

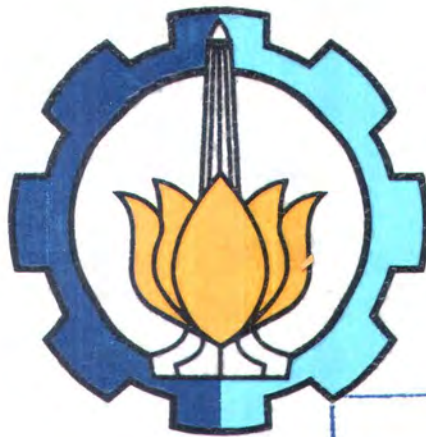
27346 / 4106



## TUGAS AKHIR

### PERENCANAAN KAPAL PENANGKAP IKAN YANG SESUAI UNTUK *FISHING GROUND* PANTAI SELATAN PACITAN

RSPe  
623.8202  
Sed  
P.1  
2006



PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	2-8-06
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	72584

OLEH:

**ONESIMUS TANDEK SEDO**

4100.100. 013

**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2006**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PERENCANAAN KAPAL PENANGKAP IKAN YANG  
SESUAI UNTUK FISHING *GROUND* PANTAI  
SELATAN PACITAN**

**TUGAS AKHIR**

**Telah Direvisi Sesuai dengan Hasil Sidang Ujian Tugas Akhir**

**Pada**

**Jurusan Teknik Perkapalan**

**Fakultas Teknologi Kelautan**

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Surabaya**

**Mengetahui / Menyetujui**

**Dosen Pembimbing**



**Ir. IGM Santosa**  
**NIP. 130 359 269**

24/17-2008

PROSES VERBAL UJIAN TUGAS AKHIR

1. Nama Mahasiswa : Onesimus Tandek S.  
2. N.R.P. : 4100 100 013  
3. Semester : Gasal/Genap 2005/2006 \*)  
4. Hari/Tanggal : Senin, 17 Juli 2006  
5. Waktu yang disediakan :  
6. Waktu Ujian : 08.45 s/d .....  
7. Tim Penguji :

Nama

Tanda Tangan

Ketua/Anggota : - Ir. I.G.M. Santosa

Anggota : 1 Ir. Mahardjo Wartono

2 Dr.Ir. Setyo Nugroho

3 Ir. Paulus Andrianto

4. **Hasanudin, ST.**

8. Kejadian-kejadian penting selama ujian berlangsung :

*Acute*

9. Revisi yang harus diselesaikan (maksimum 7 hari) :

\* - *Aspek*  
- *lokal opt*  
- *global opt*

*Onesimus*  
ONESIMUS TANDEK S.  
4100.100.013.

Surabaya, 17 Juli 2006

Ketua Tim Penguji

*I.G.M. Santosa*  
Ir. I.G.M. Santosa

\*) Coret yang tidak perlu



**TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN KAPAL PENANGKAP IKAN  
YANG SESUAI UNTUK *FISHING GROUND*  
PANTAI SELATAN PACITAN**



**OLEH :  
ONESIMUS TANDEK SEDO  
4100.100.013**

**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2006**



**PERENCANAAN KAPAL PENANGKAP IKAN YANG SESUAI UNTUK  
*FISHING GROUND* PANTAI SELATAN PACITAN**

Oleh : Onesimus Tandek Sedo  
Pembimbing : Ir. I.G.M. Santosa

**ABSTRAK**

Perencanaan kapal penangkap ikan ini dilakukan berdasarkan pada pertimbangan menurunnya produksi tangkapan ikan daerah Pacitan dalam kurun waktu tiga tahun belakangan akibat *fishing ground* yang semakin jauh. Sedangkan kapal-kapal yang beroperasi ukurannya berkisar antara 0 GT – 10 GT.

Dalam tugas akhir ini direncanakan kapal penangkap ikan dengan alat tangkap *longline* dan *gillnet* yang efisien dari segi teknis dan ekonomis. Perencanaan kapal ini dimulai dengan menentukan parameter-parameter yang sesuai dengan usaha penangkapan yang akan dijalankan. Kemudian menentukan batasan-batasan perhitungan teknis yang didasarkan pada kondisi daerah penelitian dan literatur-literatur yang tersedia.

Selanjutnya proses optimasi akan dilakukan untuk menentukan ukuran utama kapal yang sesuai. Langkah selanjutnya adalah perhitungan karakteristik lebih lanjut terhadap kapal dengan ukuran hasil optimasi. Kemudian dilakukan perhitungan terhadap stabilitas kapal akibat adanya pemuatan pada kapal (komponen DWT) serta adanya momen eksternal yang diakibatkan oleh angin dan alat tangkap. Melakukan perhitungan terhadap kelayakan investasi pengadaan kapal ikan tersebut.

Dari penelitian ini didapat kapal dengan ukuran  $L_{pp} = 16.99$  m,  $B = 4.99$  m,  $T = 1.58$  m,  $H = 2.2$  m dan  $V_s = 8$  knot.

## DESIGN OF FISHING VESSEL THAT APPROPRIATE FOR FISHING GROUND SOUTHERN PACITAN COAST

By : Onesimus Tandek Sedo  
Supervisor : Ir. IGM Santosa

### ABSTRACT

Design of fishing vessel based on the consideration the production of fish capture product at Pacitan area in a range of time three years latter because of the fishing ground which progressively far. While the fishing vessel that operate its size range maximal 10 GT.

In this final assignment, the technically and economically effective fishing vessel designed using long line and gillnet. First step, of this design is determination of appropriate parameters is considered fishery technique. Next is determination of technically constrains based on research area and the

Next optimization step is to determine the optimum main dimension of the fishing vessel. Then, calculation of characteristics fishing vessel based on principal dimension as the result of optimization which is obtain from the last step. Calculating the stability of fishing vessel caused by loading its self, caused by wind and fishing equipment (long line and gillnet). Calculate the investment of fishing vessel.

The main dimension of the vessel as result of optimization step is  $L_{pp} = 16.99$  m,  $B = 4.99$  m,  $T = 1.58$  m,  $H = 2.2$  m, and velocity ( $V$ ) = 8 knots.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini pada waktunya tanpa hambatan dan rintangan yang cukup berarti.

Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan dengan bantuan pihak lain baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Bapa yang di Surga atas Kasih dan Berkat-Nya yang sudah tidak terhitung jumlahnya.
2. Ayahanda dan Ibunda tercinta yang telah memberikan dukungan serta bantuan moral dan material sampai penulis dapat menyelesaikan studi.
3. Saudara-saudaraku, Elfis Tandek dan Sony beserta ponakan tercinta Enol dan Nania, Rael Tandek, Etty Tandek dan Sin "Sira" Tandek (kapan selesai Dek?)
4. Ir.I.G.M. Santosa selaku dosen pembimbing dan dosen wali yang dengan motivasi dan kesabarannya, telah membimbing penulis sejak awal kuliah sampai akhirnya menyelesaikan kuliah dengan baik.
5. Drh. I Ketut Suwena, Kepala Dinas Kelautan Perikanan dan Peternakan Kabupaten Pacitan beserta Staff (terutama Mbak Lilis) atas kerjasama dan bantuan data yang lengkap sehingga Tugas Akhir ini dapat selesai dengan baik.



6. Ir. Tri Wilasindo WP, M.Sc, selaku Ketua Jurusan Teknik Perkapalan – FTK ITS Surabaya.
7. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc, Ph.D, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Perkapalan.
8. Dr. Eko Panunggal dan Ir. P. Andrianto atas waktu yang tidak terbatas dalam membahas masalah-masalah yang rumit.
9. Ir. Mahardjo W. atas penjelasan tentang kapal ikan di Indonesia.
10. Seluruh staf dosen dan karyawan Teknik Perkapalan atas bantuannya baik secara langsung maupun tidak langsung.
11. Special thank's buat Frengki ( buat komputernya dan penjelasan Solvernya "thank's banget!!!), Frederikus Bayu atas penjelasan dasar-dasar Solver serta informasi tentang kapal ikan dan masukan-masukan berharga waktu pembuatan proposal awal dan akhirnya menjadi TA, mas Rery atas petunjuknya dalam perhitungan stabilitasnya.
12. Reysstra "*mumu*" Julvita S. yang telah menemaniku selama tiga tahun ini dalam suka dan duka, jadi IMF ketika tanggal tua (Luv u banget!!!). Thanks buat bantuan dan keramahannya sehingga penulis dapat *survive* di Surabaya.
13. Teman-teman seperjuangan TA (P-40), Danny"Gudel"W, Putut"Pak De"T, Zacky"Kekez"P, Mujiharto"Mamik"(god of Maxsurf) , Darmadi"Oethink", Agus(thank's berasnya), Suluh, Oot"Seedorf", Rudi, Riska, Nora, I Nymn"Cepo", Chandra"Tukul". Dekas, Dedi, Denny, Mbak Wid, Made ('99), Timotius.

14. Roy (garapan Tmnya dan segera menyusul), Wendo (kapan masak lagi), Zulfikar (Come on, you can do it), Eka (forza Juve...), Yudi (ayo garap terus TM-nya).
15. Seluruh rekan-rekan sejawat angkatan '00 (P4lu arITS) yang bersama-sama mengarungi dinamika kehidupan di kampus Perkapalan ITS. **KEEP ON FIGHTING!!**

Surabaya, 24 Juli 2006

Penulis

## DAFTAR ISI

### LEMBAR PENGESAHAN

ABSTRAK	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	v

### BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Permasalahan	3
1.3. Tujuan dan Manfaat	3
1.4. Batasan Masalah	5
1.5. Metodologi Penelitian	5
1.6. Sistematika penulisan	10

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Umum Kapal Penangkap Ikan	12
2.2. Jenis Kapal Penangkap Ikan dan Alat Tangkap	14
2.2.1. Kapal Penangkap Ikan Jenis <i>Longline</i>	14
2.2.2. Kapal Penangkap Ikan Jenis <i>Gillnet</i>	20
2.2.3. Kapal Penangkap Ikan Jenis <i>Purse Seine</i>	25
2.2.4. Kapal Penangkap Ikan Jenis <i>Trawl</i>	28
2.3. Proses Perencanaan Kapal	29
2.3.1. Metode Kapal Pembanding	29



2.3.2. Metode Statistik	29
2.3.3. Metode <i>Trial and Error</i>	30
2.3.4. Metode Penyelesaian Lengkap	35
2.4. Metode Optimasi	38
2.5. Perhitungan Stabilitas Kapal	44
2.5.1. Pembeban Akibat Angin ( $lw_1$ , $lw_2$ , $\Phi_1$ dan $T$ )	46
2.5.2. Besarnya Momen Akibat Penarikan Alat Tangkap	48
2.6. Konsep Ekonomi Teknik	49
2.6.1. Analisa Investasi	50
2.6.2. <i>Net Present Value (NPV)</i>	52
2.6.3. <i>Pay Back Period</i>	54
<b>BAB III TINJAUAN DAERAH</b>	
3.1. Gambaran Umum	55
3.2. Kondisi dan Potensi	57
3.2.1. Potensi Perairan	57
3.2.2. Kondisi Nelayan	58
3.2.3. Jumlah Nelayan dan Pemilik Armada	60
3.2.4. Jumlah dan Jenis Alat Tangkap	61
3.2.5. Jumlah Produksi Tangkap	62
3.2.6. Dermaga Bongkar Muat dan Tambat	63
<b>BAB IV ANALISA TEKNIS</b>	
4.1. Perencanaan Jumlah Tangkapan dan Trip	67
4.2. Perencanaan Ukuran Utama Kapal	69

4.2.1. Design variable.	70
4.2.2. Batasan-batasan.	70
4.2.3. Parameter	74
4.2.4. Fungsi Objektif	75
4.3. Model optimasi.	78
4.4. Hasil Optimasi.	84
4.5. Penggambaran Rencana garis.	86
4.6. Perencanaan Hidrostatik dan Bonjean.	87
4.7. Perhitungan Stabilitas	94
4.8. Penggambaran Rencana Umum.	98
4.8.1. Penentuan daya Mesin.	98
4.8.2. Perhitungan <i>Effective power</i>	103
4.8.3. Penentuan LWT dan DWT	105
4.8.3.a. Perhitungan LWT	105
4.8.3.b. Perhitungan DWT	106
4.8.4. Perencanaan Konstruksi	108
4.8.5. Perhitungan Palkah Ikan	112
4.8.6. Perhitungan Tangki-tangki	113
4.8.7. Perlengkapan Geladak	113
4.8.8. Ruang Akomodasi	114
4.8.9. Peralatan Kapal	114
4.8.10. Jangkar dan Tali Tambat	114
4.8.11. Peralatan Penangkap Ikan	115

4.8.12. Isolasi Ruang Muat	116
4.8.13. Pendingin Ruang Muat Kapal Ikan	117
4.8.14. Gambar Rencana Umum	118
4.9. Perhitungan Stabilitas Kapal Ikan	118
4.9.1. Perhitungan Lc Diagram	118
4.9.2. Perhitungan Grafik Stabilitas	118
4.9.3. Perhitungan Stabilitas Akibat Pengaruh Angin	119
4.9.4. Perhitungan Stabilitas Akibat Alat Tangkap	121
<b>BAB V ANALISA EKONOMI</b>	
5.1. Menaksir arus kas	123
5.2. Menaksir Pendapatan dan NPV	125
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
6.1. Kesimpulan	129
6.2. Saran	130

#### DAFTAR PUSTAKA

#### LAMPIRAN





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Diagram metodologi penelitian.	9
Gambar 2. Kapal penangkap ikan jenis <i>longline</i>	17
Gambar 3. Kapal penangkap ikan <i>Purse Seine</i>	27
Gambar 4. Alat tangkap jenis <i>Trawl</i>	28
Gambar 5. Basic desain Spiral (Evans, 1959)	30
Gambar 6. Stabilitas akibat beban Me	44
Gambar 7. Kurva stabilitas akibat adanya momen angin	48
Gambar 8. Gaya yang bekerja ketika proses penarikan jaring/pancing	49
Gambar 9. Model Optimasi <i>Solver program</i>	79
Gambar 10. <i>Solver parameter</i>	80
Gambar 11. <i>Solver Parameter Set Target Cell</i>	80
Gambar 12. Tampilan <i>solver parameter dengan By Changing Cell</i>	81
Gambar 13. Tampilan <i>Solver Prameter</i> dengan memasukkan <i>constrain</i>	82
Gambar 14. Tampilan <i>Solver Parameters</i> dengan pengecekan <i>options</i>	82
Gambar 15. Hasil perhitungan <i>Solver</i> yang berhasil	83
Gambar 16. Hasil perhitungan <i>Solver</i> tidak menemukan solusi	84

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. <i>Values of <math>x_1</math>, <math>C_b</math>, <math>x_2</math>, <math>k_l</math>, <math>T</math> dan <math>s</math></i>	47
Tabel 2. Panjang Garis Pantai Kab. Pacitan	56
Tabel 3. Luas Perairan Kab. Pacitan	56
Tabel 4. Jumlah nelayan dan armada tahun 2003	60
Table 5. Jumlah Nelayan dan Armada tahun 2004	60
Tabel 6. Jumlah Nelayan dan Armada Tahun 2005	60
Tabel 7. Jumlah dan Jenis alat tangkap di Pacitan 2003	62
Tabel 8. Jumlah dan Jenis Alat Tangkap di Pacitan 2004	62
Tabel 9. Jumlah dan Jenis Alat Tangkap di Pacitan 2005	62
Tabel 10. Produksi Perikanan tahun 2003-2005	63
Tabel 11. Kapal pembanding	69
Tabel 12. Hasil perhitungan <i>running solver</i>	85
Tabel 13. Tabel Perhitungan Lengan Stabilitas Awal	97
Tabel 14. Koefisien $C_{\text{stern}}$	100
Tabel 15. Komponen dari <i>appendages</i> .	100
Tabel 16. <i>Values of Wake Friction Taylor</i>	104
Tabel 17. Berat konstruksi Kapal	105
Tabel 18. Hasil perhitungan $M_e$ dan $h$ akibat alat tangkap	123

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Pendahuluan

Perairan Indonesia adalah perairan yang sangat luas dan kaya akan hasil seperti sumber daya hayati dan sumber daya alam. Luas perairan teritorial Indonesia adalah 3,1 juta km<sup>2</sup> yang mana 2,7 juta km<sup>2</sup> merupakan ZEE dengan panjang pantai 81.000 km dan 17.540 pulau (12.000 tak berpenduduk). Menurut Departemen Kelautan dan Perikanan Indonesia (2006), dijelaskan bahwa kekayaan hayati yang dikandung oleh laut Indonesia adalah :

- Laut Indonesia mengandung sekitar 30% spesies dunia.
- Merupakan pusat keanekaragaman tropis dunia, dimana lebih dari 70 genus karang dan 18% terumbu karang dunia terdapat di laut Indonesia.
- 30% hutan bakau dunia adalah hutan bakau yang terdapat di Indonesia.
- 90% dari hasil tangkap ikan berasal dari perairan pesisir dalam jarak 12 mil dari garis pantai.

Dalam UU Nomor 6 Tahun 1996 tentang Perairan Indonesia ditetapkan bahwa semua kekayaan sumberdaya laut mulai dari garis surut sampai batas Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE) adalah milik Negara dan dikelola oleh Pemerintah Republik Indonesia. Hal ini berkaitan dengan upaya untuk meningkatkan devisa negara dari sektor perikanan, terutama perikanan tangkap. Potensi lesteri yang dipunyai laut Indonesia mencapai 6,4 juta ton pertahunnya dengan JTB (jumlah tangkapan yang diperbolehkan) sebesar 5,12 juta ton/tahun atau sekitar 80% MSY



(Departemen Kelautan dan Perikanan Indonesia, 2006). Dari potensi lestari tersebut baru dimanfaatkan sekitar 3.9 juta ton pertahun. Hal ini berarti bahwa potensi ikan yang berada di laut Indonesia masih sangat banyak, sangat sayang kalau tidak dimanfaatkan semaksimal mungkin. Untuk memaksimalkan potensi tersebut, maka perlu dilakukan kajian yang lebih dalam terhadap sarana dan prasarana yang menunjang hal tersebut terutama dalam masalah teknologi. Salah satu sarana yang paling menunjang dan perlu mendapatkan perhatian yang lebih mendalam adalah masalah armada penangkap ikan. Salah satu kendala yang dihadapi oleh para nelayan di Indonesia adalah masih kurangnya teknologi dalam menangkap ikan dan kurangnya armada penangkap ikan, padahal lautan Indonesia sangat luas.

Kapal penangkap ikan di Indonesia yang mempunyai daya jelajah yang jauh masih sangat kecil jumlahnya jika dibandingkan dengan kapal motor tempel atau kapal-kapal nelayan tradisional (Arif R.H, 2005). Data statistik dari Departemen Kelautan dan Perikanan Indonesia (2000) memperlihatkan bahwa prosentase kapal-kapal penangkap ikan yang ada di Indonesia adalah kapal motor 16,2%; perahu motor tempel 22%; dan perahu tanpa motor 62%. Dari data tersebut menunjukkan bahwa jumlah armada kapal penangkap ikan yang mampu menjangkau *fishing ground* yang ke tengah sangat sedikit.

Kabupaten Pacitan mempunyai panjang pantai 70.709 km (Dinas Kelautan Perikanan dan Peternakan Kab. Pacitan, 2006) dan mempunyai potensi lestari 34.483 ton/tahun. Tetapi pemanfaatannya baru sekitar 6% dari potensi lestari tersebut. Hal ini disebabkan karena kebanyakan armada kapal penangkap ikan

yang beroperasi di laut Pacitan adalah perahu tradisional dan sebagian kapal bermesin disesel dengan kapasitas 1 GT – 10 GT. Kebanyakan mereka mencari ikan hanya di sekitar pantai (*in shore fishing*) dengan waktu operasi satu hari (*one day fishing*). Dengan ukuran kapal yang kecil, mereka kesulitan untuk mencapai *fishing ground* lebih ke tengah yang mempunyai karakteristik perairan dengan gelombang yang besar sehingga tangkapan mereka hanya jenis ikan yang berada di sekitar pantai. Dengan kondisi seperti itu, untuk mendapatkan dan meningkatkan tangkapan yang maksimal sangat kecil kemungkinannya. Perencanaan kapal penangkap ikan yang mempunyai daya jelajah jauh, mempunyai stabilitas yang baik serta mempunyai kapasitas yang lebih besar akan mampu untuk meningkatkan jumlah tangkapan.

### 1.2. Permasalahan

Adapun permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini antara lain sebagai berikut :

1. Berapa kapasitas kapal penangkap ikan yang dapat meningkatkan jumlah tangkapan.
2. Berapa ukuran utama untuk kapal ikan yang sesuai untuk kapasitas kapal tersebut, dan dapat mencapai *fishing ground* sampai Zona Penangkapan Ikan III.
3. Apakah investasi kapal ikan tersebut layak (menguntungkan).

### 1.3. Tujuan dan Manfaat

Berdasarkan uraian di atas, maka adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:



- a. Melakukan perhitungan kapasitas ruang muat yang sesuai untuk potensi lestari yang ada di *fishing ground* Pacitan.
- b. Menentukan parameter yang akan dipakai dalam perencanaan kapal penangkap ikan berdasarkan kondisi yang ada di lapangan.
- c. Melakukan perencanaan dasar serta menghasilkan suatu data teknis pengadaan kapal ikan baru yang sesuai untuk *fishing ground* Pacitan dengan persyaratan-persyaratan teknis dalam menghasilkan rancangan dasar kapal penangkap ikan. Dalam hal ini, kapal penangkap ikan ini akan mempunyai stabilitas yang baik mampu untuk beroperasi dalam kondisi cuaca buruk ( angin kencang).
- d. Menganalisa kelayakan ekonomi dari investasi pengadaan kapal penangkap ikan tersebut.

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

- a. Dengan ukuran utama yang optimal, maka potensi yang masih tersedia di *fishing ground* Pacitan akan dapat dimaksimalkan, sehingga diharapkan pendapatan daerah Kabupaten Pacitan akan meningkat.
- b. Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan untuk menjadi acuan atau pembandingan dalam membuat desain kapal penangkap ikan yang sesuai untuk *fishing ground* pantai selatan Pacitan.
- c. Memberikan gambaran bagi investor seberapa besar kelayakan untuk berinvestasi dibidang perikanan laut, misalnya dalam pengadaan kapal penangkap ikan yang baru dengan investasi kecil tapi dapat memberikan hasil yang maksimum dengan BEP yang pendek.



#### 1.4. Batasan Masalah

Untuk membatasi masalah yang akan dibahas dalam penyusunan penulisan ini, serta mengingat keterbatasan waktu, tenaga, serta dalam hal biaya untuk mendapatkan data-data yang optimal, maka perlu dilakukan pembatasan masalah dalam beberapa hal berikut ini :

- a. Perencanaan kapal ikan dilakukan berdasarkan kapal ikan yang telah ada sebagai pembandingan, dan kapal tersebut berbahan dasar kayu.
- b. Kapal penangkap ikan ini, menggunakan alat tangkap jenis *pancing* dan *gillnetter*.
- c. Daerah penangkapan adalah pada Zona Penangkapan Ikan III ( di atas 12 mil ).
- d. Analisa teknis dibatasi sampai tahap pra-perencanaan yang meliputi perkiraan Gross Tonnage (GT), karakteristik ukuran utama, perhitungan stabilitas, rencana garis dan rencana umum.
- e. Perhitungan stabilitas dilakukan pada kondisi air tenang.
- f. Daerah penangkapan adalah pantai selatan Pacitan dan dermaga yang dijadikan tempat berlabuh adalah Pelabuhan Pendaratan Ikan Tamperan.
- g. Harga yang digunakan berdasarkan pada kebijakan harga tahun 2006.

#### 1.5. Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penulisan ini supaya tujuan dapat tercapai adalah:

- a. *Studi Literatur*

Penulisan tugas akhir ini berdasarkan literatur-literatur yang mendukung permasalahan yang ada.

**b. Pengumpulan Data dan Studi Lapangan**

Pengumpulan data-data yang sangat terkait dengan masalah yang dibahas. Data-data tersebut meliputi :

- a) Potensi yang belum tereksplorasi di daerah penelitian
- b) Data-data tahunan dari dinas yang terkait, yang meliputi:
  - Jumlah dan jenis ikan tangkapan.
  - Daerah pemasaran hasil tangkapan.
  - Jumlah kapal ikan dan jenis alat tangkapnya ( yang masih beroperasi di daerah penelitian ).
- c) Data-data pelabuhan yang menjadi tempat pendaratan ikan hasil tangkapan.
- d) Data-data tentang harga jual ikan hasil tangkapan dan biaya-biaya yang berhubungan dengan operasional kapal.
- e) Data tentang kondisi perairan sekitar fishing ground yang ditentukan.

**c. Penentuan Desain Awal**

Dalam penentuan desain awal, diambil beberapa data kapal-kapal ikan sejenis yang sudah beroperasi sebagai pembanding. Data kapal pembanding ini sedapat mungkin meliputi :

- Lines Plan
- Kecepatan



- Kapasitas
- Stability
- General Arrangement

**d. Penyusunan Program untuk melakukan perencanaan awal ( Solver Program ).**

Dalam penulisan tugas akhir ini, dalam penyusunan program perencanaan awal ini digunakan program komputer yang memiliki kemampuan untuk melakukan proses optimasi. Program *Solver (Microsoft Excell )* menggunakan metode *Generalized Reduced Gradient ( GRG )*, yang merupakan sebuah program optimasi *Non linear* yang dikembangkan oleh Leon Lasdon dan Allen Waren.

Variable yang dicari dalam proses optimasi dengan Solver ini adalah ukuran utama kapal penangkap ikan yang meliputi L, B, T, dan H. Konstrain yang diterapkan adalah persyaratan teknis kapal. Parameter-parameter yang digunakan meliputi kapasitas, kecepatan dan jarak. Sedangkan fungsi objective-nya yaitu meminimalkan *cost building* ( biaya pembangunan kapal ).

**e. Pemilihan Ukuran Utama Kapal yang Paling Optimum**

Proses optimasi dilakukan beberapa kali yang mana dilakukan sensitifitas terhadap parameter kecepatan. Dari beberapa ukuran utama yang telah didapatkan tersebut, dilakukan pemilihan ukuran utama yang mempunyai biaya pembuatan ( *building cost* ) lebih kecil.

**f. Perhitungan Stabilitas Kapal Pada Saat Kapal Beroperasi.**



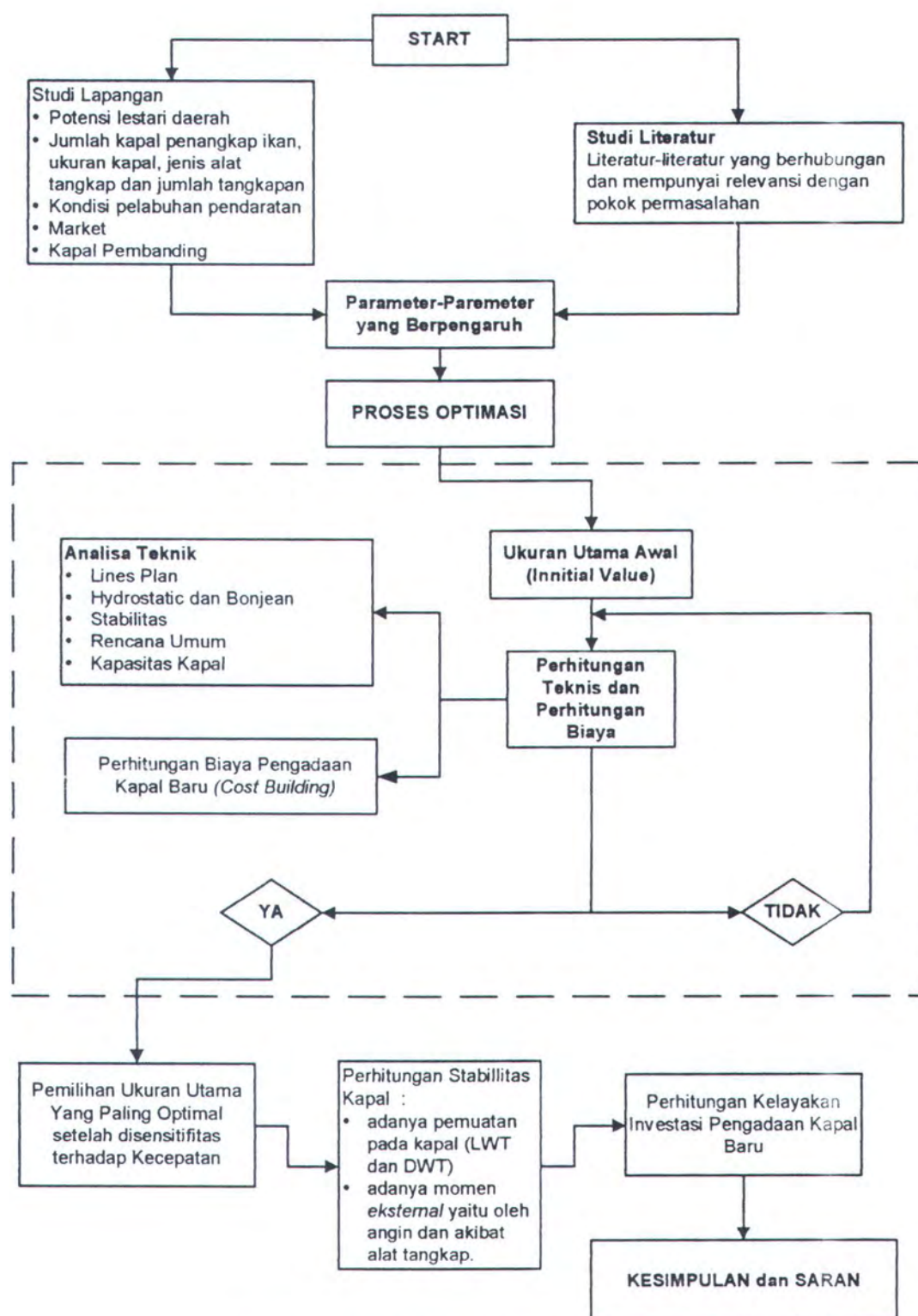
Pada saat kapal beroperasi, kondisi kapal juga harus diperhitungkan. Kapal ikan ini memiliki ukuran yang kecil, sehingga perlu dilakukan perhitungan stabilitas pada saat beroperasi. Dilakukan perhitungan stabilitas dengan memperhitungkan pengaruh angin (*steady wind dan ghusst wind*). Akan dilakukan juga perhitungan stabilitas kapal ikan ketika menarik jaring/pancing.

**g. Perhitungan Kelayakan Ekonomis Kapal.**

Selanjutnya dilakukan pula perhitungan ulang terhadap nilai-nilai ekonomis dalam pengoperasian kapal ikan *longliner dan gillnetter* yang meliputi biaya investasi, biaya operasi serta pendapatannya sehingga diperoleh gambaran yang jelas mengenai kelayakan ekonomis ini. Perhitungan ekonomis ini akan dititik beratkan pada perhitungan akan berapa lamakah *Break Even Point (BEP)* dari usaha ini.

Untuk lebih jelasnya, metodologi penelitian di atas dapat digambarkan dalam bagan di bawah ini :





Gambar 1. Gambar Metodologi Penelitian



## 1.6. Sistematika Penulisan

Secara umum sistematika penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

### BAB I. Pendahuluan

Uraian umum dan singkat tentang latar belakang yang menjadi masalah dalam penulisan tugas akhir ini. Selain itu dijelaskan pula tentang perumusan masalah, tujuan dan manfaat, batasan masalah, metodologi penelitian dan apa saja yang akan diteliti serta sistematika penulisan tugas akhir ini.

### BAB II. Tinjauan Pustaka

Berisi tentang dasar-dasar teori yang menjadi dasar dan pertimbangan dalam penulisan tugas akhir ini. Dalam hal ini berisi tentang jenis kapal ikan, proses-proses dalam perencanaan dan perancangan kapal penangkap ikan, metode yang digunakan dalam proses optimasi untuk mendapatkan ukuran utama yang optimal.

### BAB III. Tinjauan Daerah

Menjelaskan tentang kondisi daerah penelitian dalam hal ini dikhususkan dalam bidang perikanan tangkap. Daerah yang digunakan sebagai daerah penelitian adalah Kabupaten Pacitan, Jawa Timur. Dijelaskan juga tentang kondisi pelabuhan pendaratan ikan yang menjadi *home base* dari kapal penangkap ikan yang akan dirancang serta berisi data-data nelayan, luas wilayah pesisir, data tentang luas wilayah perairan yang menjadi wewenang Pemerintah Kab. Pacitan, jumlah armada kapal penangkap ikan beserta alat tangkapnya serta produksi perikanan tangkap.



#### BAB IV. Analisa Teknis

Bab ini menjelaskan tentang analisa perencanaan awal kapal penangkap ikan. Diawali dengan penentuan ukuran utama kapal berdasarkan dari kapal-kapal pembanding, perhitungan kapasitas, *lines plan*, *hidrostatik dan bonjean*, perhitungan tahanan, perhitungan propeller dan kebutuhan daya mesin kapal, perhitungan stabilitas maupun rencana umum. Untuk mendapatkan hasil yang optimal, maka semua perhitungan-perhitungan di atas menggunakan proses optimasi (*solver*) yang ada dalam *software Microsoft Excell*. Akan dilakukan juga perhitungan stabilitas kapal penangkap ikan pada saat kapal tersebut sedang beroperasi di laut lepas.

#### BAB V. Analisa Ekonomi

Menjelaskan tentang perhitungan ekonomi dari hasil perhitungan ekonomis. Dalam perhitungan ekonomi ini, akan menggunakan metode NPV (*Net Present Value*) untuk mencari kapan BEP (*Break even point*) terjadi.

#### BAB VI. Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran yang ditarik berdasarkan atas hasil perhitungan dan analisa yang telah dilakukan.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Tinjauan Umum Kapal Penangkap Ikan .

Menurut Arif Rahman Hakim (2005), kapal ikan menurut fungsinya dapat dibedakan menjadi :

- a) Kapal penangkap ikan.
- b) Kapal penampung dan pengelolah ikan.
- c) Kapal penelitian dan latihan penangkapan ikan.

Dalam penelitian ini yang dibahas adalah kapal ikan yang berfungsi hanya untuk menangkap ikan.

Ada beberapa karakteristik kapal penangkap ikan yang khusus untuk mendukung operasionalnya yang unik (Burhanuddin, 2002), antara lain :

1. Kecepatan kapal dan kemampuan olah gerak (*maneuverability*) kapal.

Kapal ikan pada umumnya didesain mempunyai kecepatan yang cukup tinggi dan olah gerak kapal yang baik, karena kapal ikan saat beroperasi harus melakukan pengejaran terhadap kelompok ikan yang akan ditangkap. Kapal ikan harus sampai *fishing ground* secepat mungkin agar tidak kehilangan kesempatan yang baik untuk menangkap ikan. Selain itu kapal ikan harus dapat kembali ke pangkalan secepat mungkin agar ikan hasil tangkapan yang sampai di pasar masih segar sehingga mempunyai nilai jual yang tinggi.

2. Kelaikan laut.



Aspek kalaian laut pada kapal ikan harus diperhatikan karena kapal ikan harus dapat beroperasi dalam berbagai macam kondisi cuaca. Kapal ikan pada umumnya beroperasi pada daerah yang jauh dari pantai serta cenderung berpindah-pindah untuk mendapatkan hasil tangkapan yang baik. Hal tersebut menyebabkan kapal ikan harus mampu menghadapi segala kondisi cuaca yang akan dihadapi. Untuk itu, maka kapal ikan harus memiliki stabilitas dan kekedapan yang baik, daya apung yang cukup serta keolengan dan trim sekecil mungkin.

### 3. Kecepatan Kapal.

Untuk memperoleh kecepatan kapal yang cukup tinggi diperlukan tenaga penggerak yang cukup tinggi. Kendala yang dihadapi adalah ketersediaan ruangan yang terbatas, adanya beban tambahan pada saat menarik jaring serta keberadaan motor penggerak di pasaran. Oleh sebab itu, maka pemilihan motor penggerak pada kapal ikan harus memperhatikan kriteria sebagai berikut :

- a. Volume ruangan yang dibutuhkan kecil dengan tenaga yang besar.
- b. Ketersediaan dipasaran.
- c. Daya tahan yang baik.
- d. Harga terjangkau.

### 4. Penanganan hasil tangkapan ikan.

Ikan hasil tangkapan harus sampai di pelabuhan pendaratan ikan dalam kondisi yang baik dan segar. Oleh karena itu salah satu cara yang dilakukan untuk mempertahankan kondisi ikan hasil tangkapan adalah



dengan pendinginan. Kapal ikan pada umumnya mempunyai ruang muat yang kedap dengan bahan isolasi yang baik, sehingga energi panas dari luar tidak bisa masuk ke dalam ruang muat.

## 2.2. Jenis Kapal Penangkap Ikan dan Alat Tangkapnya

Di Indonesia saat ini banyak tersebar kapal penangkap ikan. Baik itu kapal ikan tradisional maupun kapal-kapal yang sudah memiliki teknologi baik dari segi kapal maupun dari segi alat tangkap, seperti misalnya kapal penangkap ikan sudah dilengkapi dengan alat *fish finder* yang diletakkan di bawah kapal yang berfungsi untuk mendeteksi keberadaan ikan. Ada banyak metode yang digunakan oleh para nelayan untuk melakukan aktifitasnya dalam menangkap ikan, baik itu secara tradisional maupun secara modern. Menurut Setijoprajudo (1998), kapal penangkap ikan secara garis besar dapat digolongkan sebagai berikut :

1. Kapal penangkap ikan jenis Longline
2. Kapal penangkap ikan jenis Gillnet
3. Kapal penangkap ikan jenis Purse Seining
4. Kapal penangkap ikan jenis Trawl

Dalam penelitian ini, kapal yang akan direncanakan adalah kapal penangkap ikan jenis *longline* dan *gillnet* yang sesuai untuk *fishing ground* di daerah pantai selatan Pacitan.

### 2.2.1 Kapal penangkap ikan jenis longline

Kapal penangkap ikan jenis *longline* merupakan kapal ikan dengan alat tangkap pasif, karena pancing yang berjumlah banyak dan bergantung pada tali yang panjang serta ditebarkan secara horizontal pada daerah yang sangat

luas sekali, serta dapat dioperasikan siang maupun malam hari. Sasaran penangkapannya adalah ikan-ikan jenis demersal yang bernilai ekonomis tinggi, seperti : kakap, manyung, cucut, botol, tuna, dan lain-lain.

Ciri khas kapal penangkap ikan ini adalah mempunyai tangki-tangki kedap air yang besar, yang digunakan untuk menyimpan umpan ikan tuna, yang berupa ikan-ikan kecil yang hidup. Alat tangkap yang digunakan pada kapal tuna berupa pancing yang terdiri dari bagian-bagian yang dihubungkan satu sama lain, panjangnya berkisar antar 500 meter hingga 100 meter dan tiap bagian dinamakan satu basket. Tiap-tiap basket ditempatkan kawat-kawat pancing dimana masing-masing ujungnya terdapat sebuah mata pancing dengan jarak tertentu.

Kedua ujung longline dihubungkan satu sama lain dengan dua buah buoy yang ada dipermukaan laut dan sebagai pengikat pada dasar laut digunakan jangkar yang berhubungan dengan buoy-buoy. Panjang sebuah longline pada umumnya antara 1 sampai 2 meter dan jarak antar kawat-kawat pancing yang terdapat pada tiap-tiap basket antara 1 sampai 2,5 meter.

Pada *longline* yang dilengkapi dengan kawat-kawat pancing yang mempunyai umpan hidup, jaraknya lebih besar pada longline yang hanya dilengkapi dengan kawat-kawat pancing dengan umpan-umpan tiruan. Sebagai umpan hidup biasanya ikan-ikan kecil dan sebagai umpan tiruan digunakan umpan yang memantulkan cahaya. Sasaran penangkapan yang utama adalah ikan-ikan demersal yang buas.



Penangkapan ikan dengan pancing ini pada umumnya dapat dibedakan dalam dua cara yaitu memancing biasa dan memancing dengan menggunakan tambang panjang seperti yang telah diuraikan diatas. Memancing biasa alatnya terdiri atas sebuah tangkai benang atau kawat pancing yang pada ujungnya terdapat satu atau beberapa mata pancing.

#### 2.2.1.1 Macam-macam Longline

Ada berbagai macam bentuk longline yang secara keseluruhan dapat dikelompokkan dalam berbagai kelompok antara lain :

- a. Berdasarkan letak pemasangan diperairan, Longline dapat dibagi menjadi :
  - Rawai permukaan (surface longline).
  - Rawai pertengahan (midwater longline).
  - Rawai dasar (bottom longline).
- b. Berdasarkan susunan mata pancing pada tali utama dapat dibagi menjadi :
  - Rawai tegak (vertical longline).
  - Pancing ladung.
  - Rawai mendatar (horizontal longline).
- c. Berdasarkan jenis-jenis ikan yang banyak tertangkap dapat dibagi menjadi :
  - Rawai tuna (tuna longline).
  - Rawai albacore (albacore longline).
  - Rawai cucut.



*Gambar2. Kapal penangkap ikan jenis longline*

Bagian-bagian dari alat dan bahan alat penangkap longline secara umum terdiri atas:

1. Tali utama

Tali tempat bergantungnya tali cabang. Bahan tali utama harus dibuat dari bahan yang kuat dan biasanya dipergunakan kuralon atau kremona dengan ukuran diameter = 8 mm.

2. Tali cabang (branch line)

Panjang tali cabang tidak boleh lebih dari setengah kali panjang tali utama atau jarak antara tali cabang tersebut yang menggantung pada tali utama. Hal ini tujuannya adalah agar tidak terjadi saling mengait (kekusutan) antara tali cabang. Tali cabang biasanya terdiri atas dua atau tiga jenis tali yaitu : tali cabang utama (bahannya dari kuralon atau kremona), sekiyama



(bahannya dari pintalan tali baja yang dibungkus benang), wire leader (bahannya dari pintalan kawat baja).

### 3. Pancing (hook)

Ukuran pancing yang digunakan adalah pancing no 4, 5, 6 yang terbuat dari baja dan dilapis timah putih.

### 4. Tali pelampung

Panjang tali pelampung disesuaikan dengan kedalaman yang diinginkan selama operasi.

### 5. Pelampung

Pelampung yang baik bahannya dari bola kaca. Oleh karena itu, biasanya disebut dengan glass buoy dengan ukuran diameter 30 – 35 cm dan tebal kaca 5 – 7 mm. pelampung kaca ini dibalut dengan anyaman tali yang tujuannya disamping sebagai pelindung, juga digunakan untuk tempat penyambungan atau pengikatan pelampung tersebut dengan tiang bendera dan tali pelampung.

### 6. Tiang bendera (bamboo pole)

Untuk mengetahui adanya pelampung diperairan setelah rawai dioperasikan, pada pelampung biasanya diikatkan bendera dengan warna yang kontras dengan keadaan dilaut. Untuk mengikatkan bendera tersebut diperlukan tiang bendera. Panjang tiang bendera sekitar 5 – 7 meter dengan ukuran diameter pada pangkal 3 – 3,5 cm.

#### 2.2.1.2 Daerah penangkapan (fishing ground)

Ada empat syarat yang harus dipenuhi dalam menentukan daerah penangkapan bagi longline yaitu :

- a. Adanya ikan yang akan ditangkap.
- b. Ikan-ikan tersebut dapat ditangkap.
- c. Penangkapan dapat dilakukan secara terus-menerus.
- d. Hasil penangkapan menguntungkan.

Atau dengan kata lain dapat disebutkan bahwa daerah penangkapan longline adalah daerah dimana terdapat ikan yang dapat ditangkap secara terus-menerus dan hasilnya menguntungkan.

Daerah penangkapan untuk longline sangat luas karena umumnya ikan-ikan yang tertangkap longline adalah ikan-ikan yang besar sehingga daerah penyebarannya (migrasinya) sangat jauh.

Untuk longline kecil yang dioperasikan didasar perairan, daerah operasinya di sekitar 5 mil dari pantai pada kedalaman 50 – 100 depa. Dasar perairan yang baik adalah pasir campur Lumpur dan didekat muara-muara sungai.

#### 2.2.1.3 Operasi penangkapan

Sebelum penangkapan dimulai, perlu diperhatikan adanya umpan. Umpan yang biasanya digunakan adalah ikan-ikan berukuran 10 – 20 cm seperti : layang, kembung, terbang dan cumi. Cara pemasangannya adalah dengan mengaitkan umpan dibagian kepala diantara dua matanya. Waktu yang diperlukan untuk pesangan 5 umpan adalah 1 (satu) menit.



Setelah kapal sampai di daerah penangkapan yang dituju, tali pelampung disambung dengan pelampung dan tiang bendera, kemudian pada ujung lain disambung dengan tali utama, pancing diberi umpan kemudian dilepas. Penurunan alat mula-mula dilakukan dengan penurunan pelampung beserta tiang bendera, kemudian tali pelampung, tali utama dan tali cabang yang telah diberi umpan, tali utama lagi, tali cabang dan seterusnya. Pada ujung basket ujungnya disambung dengan tali pelampung dan pelampungnya serta tali utama basket berikutnya sehingga pada setiap basket terdapat satu pelampung.

Penurunan alat dalam perairan harus diusahakan agar rawai memotong arus. Hal ini karena ikan-ikan mempunyai kebiasaan berenang menentang arus sehingga dengan posisi alat memotong arus berarti akan memperluas area penangkapan. Dalam penarikan alat, mula-mula pelampung pada ujung tali utama yang dipasang pertama diangkat ke atas kapal, kemudian tali pelampung dan tali utama ditarik dengan *line hauler*.

### 2.2.2 Kapal Penangkap Ikan Jenis Gillnet

Penangkapan ikan dengan alat tangkap gillnet merupakan metode utama penangkapan ikan secara pasif dan dilakukan dengan kapal-kapal ikan tipe troller dan tipe gillnetter. Sasaran utama penangkapan adalah jenis-jenis ikan pelagis. Bentuk gillnet empat persegi panjang dimana dibagian atas dan bawah jarring dipasang tali ris sebagai tempat meletakkan beberapa buah pelampung dan pemberat, serta berfungsi sebagai penguat jaring agar tidak mudah robek dan rusak.

Metode penangkapan dengan gillnet, tidak dengan jalan menarik jarring seperti halnya kapal penangkap ikan tipe trawler. Jaring ditempatkan pada lokasi yang telah ditentukan ( gillnet dasar) pada malam hari dan diambil pada pagi hari, ikan-ikan yang berenang menurut arus akan tertangkap oleh gillnet yang telah ditempatkan pada arah berlawanan. Adapun syarat-syarat daerah penangkapan (*fishing ground*) adalah bukan alur daerah pelayaran umum, dimana dasar perairan tidak berkarang dan arus beraturan yaitu sekitar 4 knot.

#### 2.2.2.1 Macam-macam gillnet

Berdasarkan bentuk alat, pada waktu dioperasikan gillnet dikelompokkan menjadi 2 jenis, yaitu :

1. Gillnet melingkar (incircling gillnet).
2. Gillnet mendatar (drift gillnet).

Berdasarkan letak alat penangkapan ikan dalam perairan gillnet dikelompokkan menjadi :

1. Gillnet permukaan (surface gillnet).
2. Gillnet pertengahan (midwater gillnet).
3. Gillnet dasar (bottom gillnet).

Berdasarkan kedudukan alat penangkap ikan pada waktu dipasang gillnet dikelompokkan menjadi :

1. Gillnet hanyut.

Gillnet hanyut maksudnya adalah gillnet yang telah dipasang pada suatu perairan, dibiarkan saja hanyut terbawa oleh arus. Dalam hal ini



biasanya gillnet dikaitkan juga pada kapal yang tidak dijangkar (tidak berlabuh)

## 2. Gillnet tetap.

Yang dimaksud gillnet tetap adalah setelah dipasang disuatu perairan dibiarkan menetap pada tempat gillnet tersebut dipasang. Dalam hal ini kadang-kadang jarring diberi jangkar atau diikatkan pada suatu tempat yang tetap. Gillnet tetap pada umumnya adalah jenis gillnet dasar (*bottom gillnet*).

Berbagai macam bahan dapat digunakan untuk membuat *gillnet*. Secara umum berbagai macam bahan yang digunakan untuk pembuatan *gillnet* dapat dirinci sebagai berikut :

### 1. Jaring Utama

Merupakan sebuah lembaran jarring yang tergantung pada tali ris atas.

### 2. Tali ris atas

Tempat untuk menggantungkan jarring utama dan tali pelampung. Untuk menghindarkan agar gillnet tidak terbelit sewaktu dioperasikan (terutama pada bagian tali ris atasnya) biasanya tali ris atas dibuat rangkap dua dengan arah pintalan yang berlawanan. Dalam hal demikian, tali ris atas yang satu merupakan tali tempat diikatkannya jarring utama sedangkan tali yang lain untuk melekatkan pelampung.

### 3. Tali ris bawah

Pada gillnet permukaan jarang menggunakan tali ris bawah, sedangkan pada gillnet pertengahan dan gillnet dasar kadang-kadang

dipergunakan tali ris bawah. Tali ris bawah ini fungsinya untuk tempat melekatnya pemberat.

#### 4. Tali pelampung

Tali pelampung ini terentang panjangnya dari tempat pemasangan alat itu, kedudukan alat dipasang sampai permukaan laut. Biasanya pelampung bentuknya bulat besar dan diberi bendera.

#### 5. Pelampung

Pada gillnet permukaan, pelampung berfungsi untuk mengapungkan seluruh alat, sedangkan pada gillnet pertengahan fungsi pelampung adalah untuk mengangkat tali ris atas dan menempatkan gillnet dilapisan perairan yang dikehendaki. Pada gillnet dasar pelampung hanya berfungsi untuk mengangkat tali ris atas saja, agar gillnet dapat berdiri tegak terhadap permukaan laut.

#### 6. Pemberat (Sinker)

Pemberat gunanya untuk menenggelamkan alat atau bagian dari alat. Pada gillnet permukaan pemberat berfungsi untuk menenggelamkan bagian bawah jarring. Pada gillnet pertengahan pemberat disamping untuk menenggelamkan bagian bawah jarring, juga berfungsi untuk menenggelamkan seluruh jarring sampai kedalaman yang ditentukan. Pada gillnet dasar pemberat bersama dengan berat jarring dan seluruh alat dalam air berfungsi untuk menenggelamkan seluruh alat sampai kedasar perairan.

#### 7. Tali slambar



Pada ujung gillnet (yang pertama diturunkan sewaktu operasi) dipasang tali slambar, Yang disebut tali slambar depan dan gunanya untuk mengikatkan ujung gillnet dengan pelampung tanda. Demikian juga pada ujung gillnet yang lain diikatkan tali slambar yang disebut tali slambar belakang. Fungsi tali slambar belakang disamping untuk mengikatkan ujung gillnet dengan pelampung tanda kadang-kadang juga untuk mengikatkan gillnet tersebut dengan kapal.

#### **2.2.2.2 Daerah penangkapan (fishing ground)**

Setelah semua peralatan tersusun rapi maka kapal dapat dilayarkan menuju kedaerah penangkapan (fishing ground). Syarat-syarat daerah penangkapan yang baik untuk penangkapan ikan dengan menggunakan gillnet adalah :

- Bukan daerah alur pelayaran umum.
- Untuk gillnet dasar, dasar perairan tidak berkarang.
- Arus arahnya beraturan, dan paling kuat sekitar 4 knot.
- Untuk gillnet permukaan dalam perairan sekitar 20-30 meter.
- Untuk gillnet pertengahan (midwater gillnet) dalam perairan dapat lebih dari 50 meter.

#### **2.2.2.3 Operasi Penangkapan**

Sebelum operasi dimulai semua peralatan dan perbekalan harus dipersiapkan dengan teliti. Jaring harus disusun diatas kapal dengan memisahkan antara pemberat dan pelampung supaya mudah menurunkannya dan tidak kusut. Penyusunan gillnet diatas kapal disesuaikan dengan

susunan peralatan diatas kapal atau tipe kapal yang dipergunakan sehingga dengan demikian gillnet dapat disusun diatas kapal pada :

- Buritan kapal.
- Samping kiri kapal
- Samping kanan kapal

Bila kapal telah sampai didaerah penangkapan maka persiapan penurunan alat dimulai yaitu :

1. Mula-mula posisi kapal ditempatkan sedemikian rupa agar arah angin datangnya dari tempat penurunan alat.
2. Setelah kedudukan/posisi kapal sesuai dengan yang dikehendaki jarring dapat diturunkan. Penurunan jarring dimulai dari penurunan pelampung tanda ujung jarring atau lampu kemudian tali slambar depan, lalu jarring dan terakhir tali slambar pada ujung akhir jarring atau tali slambar belakang yang biasanya terus diikatkan pada kapal.
3. Pada waktu penurunan jarring yang harus diperhatikan adalah arah arus laut. Karena kedudukan jarring yang paling baik adalah memotong arus antara  $45^0 - 90^0$ .
4. Setelah jarring dibiarkan didalam perairan sekitar 3 -5 jam, jarring dapat diangkat (dinaikkan) keatas kapal untuk diambil ikannya. Bila hasil tangkapan baik, jarring dapat didiamkan selama kira-kira 3 jam, sedangkan bila hasil penangkapan sangat kurang, maka jarring dapat lebih lama didiamkan didalam perairan yaitu sekitar 5 jam.

### 2.2.3 Kapal penangkap jenis Purse Seine



*Purse seine* atau sering disebut pukat/jaring kantong, karena bentuk jaring tersebut waktu dioperasikan menyerupai kantong. *Purse seine* juga disebut jaring kolor karena pada bagian bawah jaring (tali ris bawah) dilengkapi dengan tali kolor yang gunanya untuk menyatukan bagian bawah jaring sewaktu operasi.

*Purse seine* digunakan untuk menangkap ikan yang bergerombol dipermukaan laut. Oleh karena itu, jenis-jenis ikan yang tertangkap dengan alat penangkapan *purse seine* adalah jenis-jenis ikan pelagis yang hidupnya bergerombol seperti : layang, lemuru, kembung, sardinella, tuna, dan lain-lain.

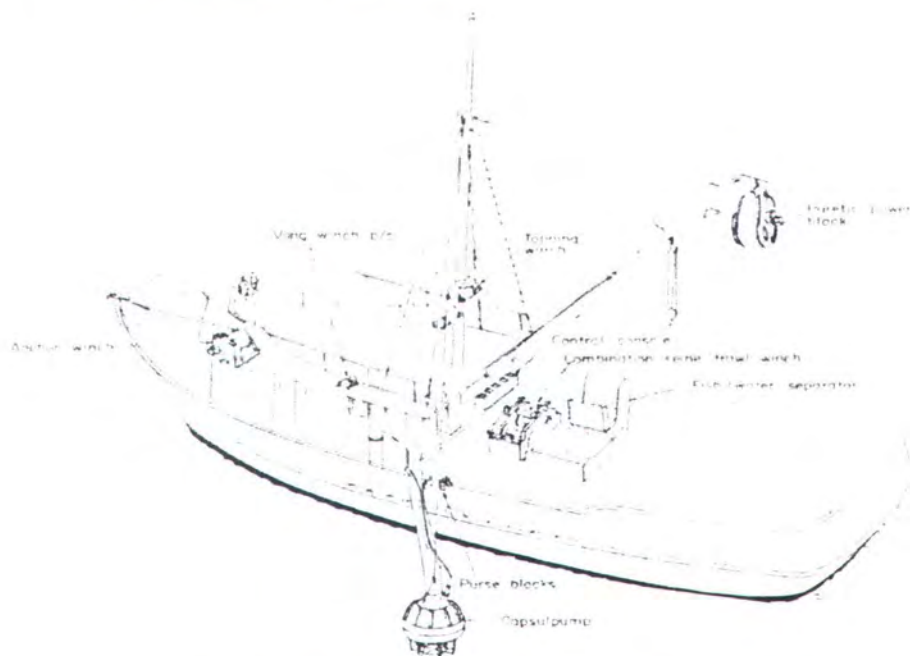
Beberapa persyaratan penangkapan yang dianggap baik untuk alat penangkapan *purse seine* adalah :

- Perairan yang terdapat ikan yang hidup bergerombol (schooling).
- Jenis ikan tersebut dapat dikumpulkan dengan alat pengumpul (lampu atau rumpon).
- Pada perairan yang lebih dalam dari alat yang akan digunakan.

Untuk operasi penangkapan yang menggunakan rumpon kapal penangkap dapat langsung menuju ketempat rumpon, pada beberapa hari sebelumnya. Sedangkan yang menggunakan lampu pencarian *fishing ground* bebas dengan menuruti kebiasaan berkumpulnya ikan-ikan. Adapun cara mencari gerombolan ikan dapat dibantu dengan memperhatikan perubahan warna air laut, lompatan ikan-ikan kepermukaan laut, riak-riak kecil dan

buih-buih diatas permukaan laut dan burung-burung yang menukik menyambar ikan dipermukaan laut.

Pada umumnya operasi penangkapan ikan dilakukan pada malam hari (antara matahari terbenam sampai matahari terbit), akan tetapi ada juga *purse seine* yang dioperasikan siang hari. Pengumpulan ikan ada yang menggunakan rumpon, ada juga yang menggunakan lampu, bahkan ada juga yang hanya mencari dimana gerombolan ikan yang menurut istilah nelayan didaerah muncar disebut dengan gadangan. Di antara berbagai macam persiapan yang berhubungan erat dengan masalah operasi penangkapan adalah persiapan pengaturan alat tangkap diatas kapal agar operasi dapat berjalan dengan lancar.



Gambar 3. Kapal penangkap ikan Purse Seine



#### 2.2.4 Kapal penangkap ikan jenis Trawl

Trawl (pukat udang) merupakan hasil modifikasi dari pukat harimau. Bentuk bangunan kapal penangkap ikan ini hampir sama dengan kapal barang biasa, bedanya kapal ini mempunyai peralatan utama penangkap ikan yang tidak dimiliki oleh kapal barang.

Daerah penangkapan yang cocok untuk pukat udang adalah daerah perairan yang mempunyai dasar rata, tidak terdapat karang atau tonggak-tonggak, dan dasar perairan tersebut berlumpur atau lumpur campur pasir, umumnya di dekat muara sungai.

Pada saat penurunan jarring, urutan penurunan jaringnya adalah mula-mula dari bagian kantong, BED, kemudian perut, sayap, lalu bridle line, otter board dan yang terakhir adalah tali penarik. Selama operasi, jaring tersebut ditarik sampai kira-kira 2 jam, kemudian baru dapat dinaikkan kembali ke atas kapal untuk diambil ikannya. Urutan penarikan jaring adalah merupakan kebalikan dari urutan penurunan jaring. Bila seluruh bagian alat naik ke atas kapal, pengambilan ikan dapat dilakukan dengan cara mengangkat pangkal-pangkal kantong dengan menggunakan boom, kemudian tali pada ujung kantong dibuka agar ikan yang berada dalam kantong tercurah ke atas kapal.



Gambar 4. Alat tangkap jenis Trawl

### 2.3. Proses Perencanaan Kapal

Saat ini ada empat macam proses perencanaan kapal secara umum (Ir.I.G.M.Santosa, 1999), diantaranya adalah metode kapal pembanding, metode statistik, metode pengulangan perhitungan (*trial & error*) dan metode penyelesaian lengkap.

#### 2.3.1. Metode Kapal Pembanding.

Pemikiran dari metode ini adalah dalam merancang kapal yang dilakukan adalah merancang kapal dengan memperhatikan kapal yang sudah ada sebelumnya. Yang digunakan sebagai kapal pembanding adalah kapal yang sejenis yang dianggap memiliki keunggulan. Keuntungan dengan metode ini adalah prosesnya cepat, resiko sedikit dan bersifat memperbaiki kapal yang sudah ada. Sedangkan kekurangan dari metode ini adalah proses perencanaan sangat tergantung dari kapal pembanding, tidak ada jaminan bahwa kapal pembanding mempunyai sifat ekonomis dan teknis yang optimal, kreatifitas dari perencana sangat dibatasi, proses perhitungan mungkin sudah ketinggalan jaman, tergantung dari tahun pembuatan kapal yang digunakan sebagai pembanding.



#### 2.3.2. Metode statistik

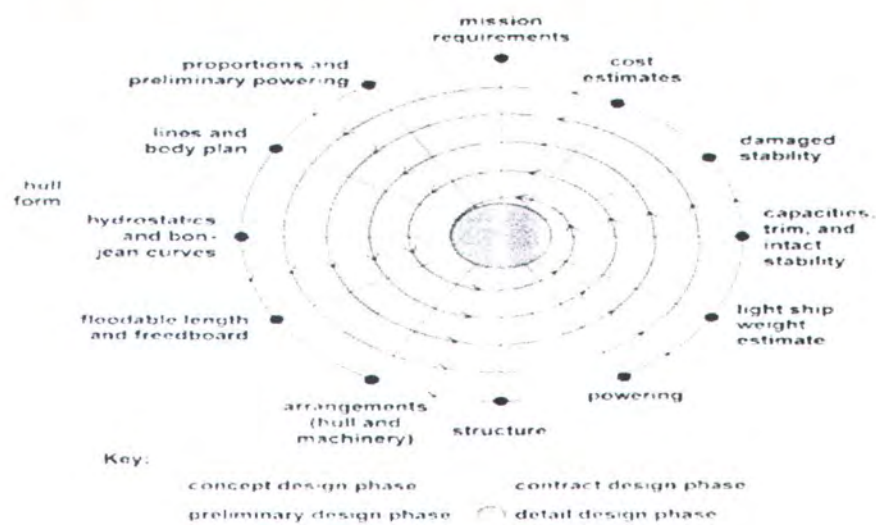
Metode statistik tidak tergantung pada kapal pembanding sepenuhnya. Kelebihan dari metode ini adalah bersifat memperbaiki sehingga perencanaan kapal yang baru menjadi lebih baik daripada kapal sebelumnya. Sedangkan kekurangan metode ini adalah tidak dapat menganalisa semua komponen dalam perencanaan kapal secara bersamaan.



### 2.3.3. Metode ulangan perhitungan (*trial and error*)

Dalam metode ini, ukuran utama didapatkan setelah melalui beberapa proses perhitungan yang berulang. Parameter saling tergantung satu sama lain, sehingga satu parameter akan mempengaruhi parameter yang lain. Metode ini cocok digunakan dalam merancang kapal baru dan yang rumit. Kelebihannya adalah proses perhitungannya mempunyai ketepatan yang besar, tetapi kekurangannya adalah membutuhkan waktu pengerjaan dan tenaga yang besar.

Proses perencanaan trial & error ini dikenal dengan *Basic Design Spiral* (Evans, 1959), yang secara umum digambarkan pada Gambar...



Gambar 5. Basic desain Spiral (Evans, 1959)

Design spiral terbagi atas 4 bagian, yaitu :

#### a) Design Statement

*Design statement* merupakan tahap awal dari prose design yang digunakan untuk mendefinisikan atau memberi gambaran

tentang tujuan/kegunaan dari kapal tersebut, hal ini juga sangat berguna untuk menentukan permintaan dari pemesan (*owner requirement*) dan juga untuk mengarahkan designer dalam menemukan pilihan yang rasional antara perbandingan design selama proses design. *Design statement* terdiri dari beberapa bagian, yaitu :

1. Tujuan atau misi dari kapal tersebut.

Menentukan tujuan atau misi dari kapal yang akan dirancang untuk mendapatkan data-data atau gambaran awal tentang desain kapal. Data-data ini meliputi kondisi perairan, kondisi pelabuhan tempat kapal akan berlabuh dan lain-lain.

2. Ukuran utama yang sesuai dengan kondisi daerah tujuan kapal.

Setelah tujuan diketahui dan kondisi lingkungan dari tujuan atau rute kapal yang akan dirancang diketahui, maka designer akan menerjemahkan kedalam bentuk perhitungan maupun dalam bentuk gambar, sehingga akan didapatkan beberapa alternatif ukuran utama yang optimal, kemudian dipilih salah satu.

3. Permintaan *owner* (*owner requirement*)

*Owner requirement* ini biasanya meliputi kecepatan kapal, daya muat kapal yang dapat menghasilkan keuntungan (DWT).



#### 4. Batasan design.

Pada proses ini, yang dilakukan adalah menentukan batasan disain yang harus dipenuhi dalam proses disain. Hal-hal yang termasuk dalam batasan misalnya adalah pertimbangan kondisi lingkungan rute operasi kapal tersebut, seperti kecepatan angin, panjang gelombang dan ketinggian ombak.

#### b) Concept Design

*Concept design* adalah tahap pertama dalam proses disain yang menerjemahkan permintaan pemilik kapal kedalam ketentuan-ketentuan dasar dari kapal yang akan direncanakan (Evans, 1959). Dibutuhkan TFS (*Technical Feasibility Study*) sehingga nantinya akan menghasilkan ukuran utama kapal yang direncanakan seperti panjang, lebar, tinggi, sarat dan power, serta karakter-karakter yang lain yang seperti kecepatan, deadweight dan kapasitas serta lightweight. Hasil dari *concept design* digunakan untuk mendapatkan perkiraan biaya konstruksi. Langkah-langkah pada *concept design* adalah sebagai berikut:

- a) Klasifikasi biaya untuk pengadaan kapal baru kemudian dibandingkan dengan kapal sejenis yang sudah ada.
- b) Mengidentifikasi semua perbandingan desain utama.
- c) Memilih proses iterative yang akan menghasilkan disain yang mungkin.

- d) Membuat ukuran yang sesuai baik secara analisis maupun subyektif untuk desain.
- e) Melakukan proses optimasi ukuran utama kapal, berdasarkan parameter-parameter yang ada.
- f) Mengoptimasi detail kapal.

**c) Preliminary Design.**

Langkah kelanjutan dari *concept design* adalah memeriksa kembali ukuran utama dasar kapal yang dikaitkan dengan performance (Evans, 1959). Pemeriksaan ulang terhadap panjang, lebar, horse power, deadweight yang diharapkan tidak banyak berubah pada tahap ini. Hal di atas merupakan dasar dalam pengembangan rencana kontrak dan spesifikasi.

Tahap preliminary design ditandai dengan beberapa langkah-langkah sebagai berikut :

- Melengkapi bentuk lambung kapal.
- Pengecekan terhadap analisa detail structural kapal.
- Penyelesaian bagian interior kapal.
- Perhitungan hidrostatik dan stabilitas kapal.
- Mengevaluasi kembali perhitungan tahanan, powering maupun performance kapal.
- Perhitungan berat kapal secara detail dalam hubungannya dengan penentuan sarat dan trim kapal.
- Perhitungan biaya secara menyeluruh dan detail.



#### d) Contract design

Hasil yang didapatkan adalah dokumen kontrak pembuatan kapal. Langkah-langkahnya meliputi satu, dua atau lebih putaran dari desain spiral (Evans, 1959). Oleh karena itu pada langkah ini mungkin akan terjadi perbaikan hasil-hasil preliminary design. Tahap merencanakan/menghitung lebih teliti *hull form* (bentuk badan kapal) dengan memeriksa dan memperbaiki lines plan, tenaga penggerak dengan menggunakan model test, seakeeping dan maneuvering karakteristik, pengaruh jumlah propeller terhadap badan kapal, detail konstruksi, pemakaian jenis material, jarak dan tipe gading. Pada tahap ini dibuat juga estimasi berat dan titik berat yang dihitung berdasarkan posisi dan berat masing-masing dari item konstruksi. Pada tahap ini, rencana umum juga dibuat. Kepastian permesinan, jumlah dan berat bahan bakar, air tawar dan akomodasi ditentukan dan dibuat. Kemudian dibuat spesifikasi rencanan standar kualitas dari bagian badan kapal serta peralatan. Juga uraian mengenai metode pengetesan dan percobaan sehingga akan didapatkan kepastian kondisi kapal yang sebaiknya.

#### e) Detail Design

Tahap akhir dari perencanaan kapal adalah pengembangan detail gambar kerja (Evans, 1959). Hasilnya dari langkah ini adalah berisi petunjuk/instruksi mengenai detail instalasi sistem-sistem yang ada di kapal tersebut dan konstruksi kepada tukang (*fitter*),

tukang las (*welder*), tukang perlengkapan (*outfitter*), tukang pelat, penjual mesin, tukang pipa dan lain-lain. Langkah ini adalah perubahan dari tugas engineer (ahli teknik) menjadi tugas yang harus dikerjakan oleh tukang-tukang tersebut di lapangan. Pengerjaan dilapangan harus sesuai dengan yang telah didesain.

#### 2.3.4. Metode penyelesaian lengkap (*complex solution*)

Metode ini jarang dipakai dalam perencanaan sebuah kapal kecuali jika digabungkan dengan metode yang lain. Pelaksanaan metode ini cukup rumit dan harus konsisten dalam mengerjakannya. Keuntungan metode ini adalah ketelitiannya cukup besar dan hampir tidak diperlukan koreksi dalam perencanaan, ulangan perencanaan seperti spiral desain tidak diperlukan dan penentuan harga dalam perencanaan dapat diketahui pada saat dini. Kekurangan metode ini adalah proses perhitungan sangat rumit dan memerlukan waktu yang relatif lebih lama dari metode yang lain.

Pada proses perencanaan, pengaturan dan pendiskripsian proses desain kapal, terdapat perbedaan antara *Level I (total ship)* dan *Level II (ship system) design* (Harrington, 1975). *Level I* berhubungan dengan sistesa dan analisis dari atribut total kapal seperti bentuk lambung, rencana umum dan perkiraan atribut total kapal seperti berat dan titik berat. Sedangkan untuk *Level II design* berhubungan dengan sintesa dan analisa elemen utama kapal secara khusus seperti struktur, sistem penggerak (*propulsi*), pembangkit dan sistem distribusi listrik, ship control, navigasi dan sistem komunikasi dan sistem mekanik termasuk pipa dan HVAC (*heating, centilation dan air condition*) serta *outfitting*. Beberapa hasil



pada *Level II design* seperti data perhitungan berat, ketahanan, kebutuhan awak kapal, biaya dan resiko merupakan input untuk *Level I design*.

1) **Level I (total ship) design element.**

*Level I design* meliputi penentuan bentuk lambung dan rencana umum (*general arrangement*), berat dan titik berat, stabilitas, hidrodinamis, kapasitas awak kapal (crew), biaya operasi dan resiko (Harrington, 1975).

a). **Bentuk lambung**

Perancang kapal menentukan bentuk lambung kapal dari ukuran utama (panjang  $L$ , lebar  $B$ , sarat  $T$ , dan tinggi  $H$ ), perbandingan ukuran utama seperti  $L/B$ ,  $L/H$ ,  $B/T$  dan juga koefisien seperti  $C_b$  (*block coefficient*),  $C_p$  (*prismatic coefficient*),  $C_m$  (*midship coefficient*),  $C_{wp}$  (*waterplane coefficient*) yang akan memberi bentuk lambung yang diinginkan. Bentuk lambung dari kapal baru harus dapat memenuhi kebutuhan misi (*mission requirement*) dari kapal tersebut. Bentuk lambung harus dapat mengakomodasi segala permintaan kapal pemilik kapal seperti kapasitas ruang muat dan kecepatan yang diinginkan. Bentuk lambung sangat berpengaruh pada kecepatan dan daya mesin. Perbandingan antara bentuk lambung dan koefisien bentuk harus memungkinkan kapal dipasang propeller yang efisien sehingga didapatkan kecepatan maksimum yang diinginkan seperti halnya dengan kecepatan ekonomis pelayaran. Pada dasarnya kedua kecepatan ini berbeda, namun untuk kapal-kapal tertentu seperti kapal perang hal ini adalah sama. Akan tetapi, terdapat dua koefisien yang sangat signifikan dari sudut pandang tahanan dan propulsi yaitu

perbandingan *displacement* terhadap panjang ( $\Delta/L$ ) dan *prismatic coefficient* ( $C_p$ ). Perbandingan *displacement-length* menunjukkan bentuk lambung yang gemuk (*hull fatness*) dan bentuk lambung yang ramping (*slenderness*).

#### b). Rencana Umum

*Naval Architect* mendefinisikan susunan perlengkapan kapal baik internal maupun eksternal dalam bentuk gambar. Gambar menunjukkan pandangan setengah bentuk kapal. Pengembangan rencana umum selama proses desain merupakan salah satu bagian dari prinsip desain kapal. Dan gambar ini digunakan untuk membantu dan mengontrol seluruh proses desain.

#### c). Berat dan Titik Berat

Analisa dan perhitungan merupakan hal yang esensial dalam keberhasilan proses desain. Berat total kapal dibagi menjadi dua bagian yaitu, berat kapal kosong yang disebut dengan LWT yang terdiri dari berat baja kapal, berat permesinan, berat perlengkapan dan outfitting. Dead weight (DWT) yang dapat dipindahkan dari ataupun ke kapal seperti berat bahan bakar dan air bersih, awak kapal dan perlengkapannya serta yang paling penting adalah muatan.

### 2) Level II (Ship system) Design Element

*Level II (ship system) design element* (Harrington, 1975) merupakan desain dari bagian berikut yaitu detail struktur kapal, perencanaan propulsi, distribusi perpipaan, listrik, sistem mekanik, outfit dan peralatan furniture.

#### a). Sistem Distribusi



Sistem pendistribusian dari kapal termasuk sistem distribusi dari listrik, pipa, ventilasi panas dan pendingin (HVAC). Desain proses dalam sistem ini adalah:

- Menganalisa dan menghitung kebutuhan ataupun beban yang dibutuhkan.
- Membuat satu atau lebih konsep sistem yang menggambarkan hubungan antara elemen sistem tersebut.
- Menghitung komponen umum dari sistem seperti generator, pompa AC, dan sebagainya.
- Mengukur hubungan antara semua elemen dalam sistem tersebut.
- Mengembangkan susunan fisik dari setiap komponen sistem dalam kapal.

#### **2.4. Metode Optimasi**

Optimasi merupakan suatu proses untuk mendapatkan suatu hasil yang relatif lebih baik dari beberapa kemungkinan hasil yang memenuhi syarat berdasarkan batasan-batasan tertentu (Setijoprajudo, 1999). Optimasi mencerminkan perilaku ekonomi yang rasional, artinya sebagai konsumen proses optimasi akan selalu memaksimalkan kepuasannya dan sebagai produsen proses optimasi akan memaksimalkan keuntungan atau meminimalkan kerugian. Pada dasarnya optimasi adalah mencari titik maksimal dan minimal dari suatu fungsi yang ada. Caranya dengan mencari titik stasioner baik untuk fungsi 1 variabel maupun untuk fungsi dengan n variabel.

Dalam proses optimasi selalu melibatkan hal-hal dibawah ini :

a) Variabel

Variabel merupakan harga-harga yang akan dicari dalam suatu proses optimasi. Umumnya dinotasikan dengan  $X$ . Jenis-jenis variabel:

- Variabel tak bebas (*dependent variables*), variabel yang tidak dapat berdiri sendiri, melainkan berhubungan satu dengan yang lainnya.
- Variabel bebas, merupakan variabel yang dapat berdiri sendiri.
- Variabel tunggal.
- Variabel ganda.
- Variabel kontinyu, merupakan variabel yang dapat mempunyai harga pada daerah yang sudah ditentukan.
- Variabel tertentu, merupakan variabel yang dihitung untuk kondisi tertentu.

b) Parameter

Parameter adalah harga yang besarnya tidak berubah selama satu kali proses optimasi berlangsung karena adanya syarat-syarat tertentu. Harga tersebut dapat dirubah setelah satu kali proses optimasi untuk menyelidiki kemungkinan terdapatnya hasil yang baik.

c) Konstanta

Konstanta adalah harga-harga yang tidak berubah besarnya selama proses optimasi berlangsung tuntas.



## d) Batasan

Batasan merupakan harga-harga batas yang telah ditentukan baik oleh perencana, pemesan, biro klasifikasi, peraturan keselamatan pelayaran, kondisi perairan, kondisi pelabuhan yang akan digunakan sebagai *home base* dan persyaratan yang lain.

## e) Fungsi obyektif

Fungsi obyektif adalah hubungan antara semua atau beberapa variabel serta parameter yang harganya akan dioptimalkan. Fungsi tersebut dapat berbentuk linear, non linear atau kompleks, serta bisa juga gabungan dari beberapa fungsi obyektif.

Urutan pelaksanaan proses optimasi dapat diringkas sebagai berikut:

1. menentukan bentuk matematis.
2. menentukan variabel dan parameter, kemudian mencari hubungan antara keduanya.
3. mencari batasan untuk variabel.
4. memilih fungsi obyektif yang diinginkan.

Dalam penelitian tugas akhir ini, metode yang digunakan dalam mendisain kapal ikan adalah metode gabungan antara metode statistik dan metode ulangan perhitungan (*trial and error*), sedangkan untuk proses optimasi yang digunakan untuk mendapatkan ukuran utama yang optimal adalah dengan menggunakan bantuan program komputer *Microsoft Excell* yaitu *Solver*.

Pada dasarnya *Solver* adalah program optimasi lanjutan untuk menghitung optimasi fungsi yang terdapat pada program *Mikrosoft Excell*, yang didasarkan

pada metode GRG (*Generalized Reduced Gradient*). Metode Generalized Reduced Gradient merupakan metode yang bertujuan untuk memecahkan masalah desain dan mencari nilai – nilai optimal dari desain tersebut. Desain yang optimal adalah sebuah tatanan sistem yang dapat didefinisikan dalam tiga hal antara lain variabel desain, parameter dan konstanta (*Papalambros, P. Y dan Wilde, D. J, 1988*). Sedangkan kriteria untuk menyatakan bahwa desain tersebut baik atau optimal, didasarkan pada suatu fungsi yang disebut fungsi obyektif. Fungsi obyektif adalah suatu fungsi yang akan menentukan nilai dari suatu karakteristik desain sehingga desain tersebut dapat dinyatakan "*baik*". Fungsi obyektif ini dapat berupa meminimumkan atau memaksimumkan nilai yang akan dicari (*Papalambros, P. Y and Wilde, D. J, 1988*). Dalam membuat suatu desain dan kemudian dapat dikategorikan optimal maka, suatu karakteristik harus ditentukan oleh desainer dengan mengambil suatu batasan (*constrain*). Vasiliev, V. V dan Gurdal, Z (1999) menerangkan tentang suatu batasan diperlukan untuk dapat menentukan bahwa fungsi obyektif didefinisikan sebagai nilai optimum apabila masih berada dalam batasan yang diberikan. Constrain atau batasan dapat berupa nilai angka atau sebuah fungsi (*Vasiliev, V. V dan Gurdal, Z, 1999*).

Abadie (1970) mengungkapkan bahwa menentukan desain yang optimal dengan metode *Generalized Reduce Gradient* merupakan sebuah teknik mengeliminasi variabel secara sederhana pada masalah persamaan batasan. Metode *Generalized Reduced Gradient* ini dikembangkan dari metode reduksi gradien yang mengakomodasi batasan berupa pertidaksamaan non linear. Dalam metode ini constrain akan bergerak aktif untuk menemukan penyelesaian sampai



didapatkan hasil yang sesuai. Untuk mendapatkan hasil yang sesuai, maka metode GRG akan memakai metode *Newton Raphson* dan *Conjugate Gradient* sebagai iterasi dalam pencarian batasan dari constrain (Arora, J. S, 1989). Oleh karena itu, metode GRG dikatakan mirip dengan metode reduksi gradien.

Apabila pertidaksamaan batasan selalu dikonversikan dengan persamaan penambahan *slack variabel*, maka persamaan constrain akan dibentuk dalam model tertentu sebatas jangkauan dari *slack variabel*.

Adapun perhitungan dasar persamaan constrain dalam metode *Generalized Reduced Gradient* tersebut yaitu : (Arora, J. S, *Intoduction to Optimum Design*, 1989, chapter 2, page 416)

Fungsi obyektif  $f(x)$  dengan constrain  $\Delta f, \Delta h_i$

Minimum, maksimum  $f(x)$

$\Delta f \geq 0, \Delta h_i \geq 0$  maka persamaan dapat ditulis:

$$\Delta f = \frac{\partial f^T}{\partial y} \Delta y + \frac{\partial f^T}{\partial z} \Delta z \dots\dots\dots (\text{pers. 1})$$

$$\Delta h_i = \frac{\partial h_i^T}{\partial y} \Delta y + \frac{\partial h_i^T}{\partial z} \Delta z \dots\dots\dots (\text{pers. 2})$$

Jika program pencarian desain yang optimal telah dimulai, beberapa pilihan variabel akan disubtitusikan ke persamaan (pers.1) dan (pers. 2) sehingga persamaan selanjutnya dapat ditulis:

$$A^T \Delta y + B^T \Delta z = 0, \text{ atau } \Delta z = -(B^{-T} A^T) \Delta y \dots\dots\dots (\text{pers.3})$$

Di mana:

B dan A = Matrik dari gradient persamaan constrain yang sesuai y dan z berturut – turut selama proses memilih berlangsung.

$\Delta z$  = Pilihan dari variabel tak bebas.

$\Delta y$  = Pilihan dari variabel bebas.

Kemudian  $\Delta z$  dari persamaan (pers. 3) disubstitusikan ke dalam persamaan (III.2.3a). sehingga nilai dari  $df / dy$  dapat didefinisikan sebagai berikut.

$$\Delta f = \left( \frac{\partial f}{\partial y} - \frac{\partial f}{\partial z} B^{-T} A^T \right) \Delta y \text{ atau dapat ditulis}$$

$$\frac{df}{dy} = \frac{\partial f}{\partial y} - AB^{-1} \frac{\partial f}{\partial z} \dots\dots\dots (\text{pers. 4})$$

Persamaan (pers. 4) ini kemudian dikenal dengan metode Generalized Reduced Gradient dan dapat menunjukkan penentuan gradient pada fungsi yang tidak terbatas (Arora, J. S, 1989).

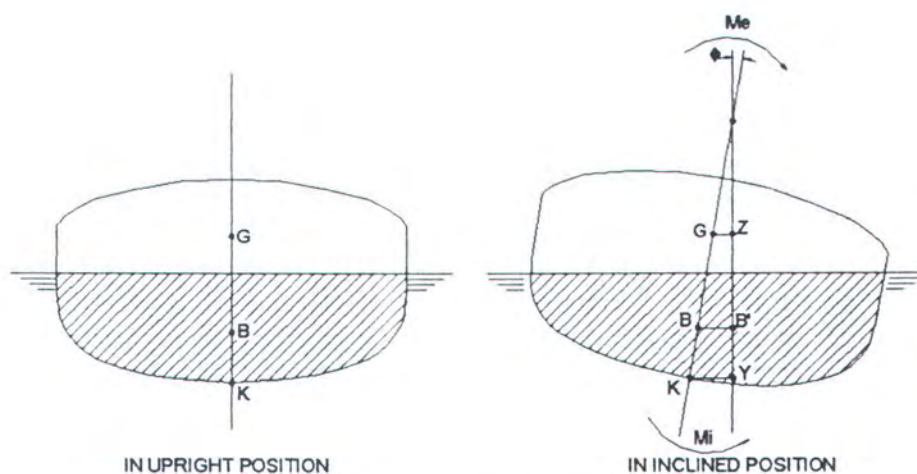
Selama dalam proses, nilai fungsi diperlukan pada setiap tahap pencarian fungsi. Untuk angka eksperimen  $\alpha$ , maka variabel desain akan diperbaharui menjadi  $\Delta y = - \alpha df / dy$  dan  $\Delta z$  didapat dari persamaan (pers. 3). jika angka percobaan yang dipilih tidak memenuhi, maka variabel bebas dipertimbangkan bernilai tetap (*fixed*) dan variabel tak bebas akan dipilih melalui iterasi dengan memakai metode Newton Raphson atau Conjugate Gradient sampai didapatkan nilai yang sesuai atau optimal.



## 2.5. Perhitungan Stabilitas Kapal

Stabilitas kapal ikan adalah suatu hal yang sangat penting, karena kapal ikan selalu bekerja atau beroperasi dengan beban stabilitas yang berat dan seringkali bekerja dalam kondisi cuaca yang jelek dan bahkan ada beberapa kapal ikan yang memiliki stabilitas awal yang kurang baik, sehingga kapal tersebut akan mudah terbalik saat mendapatkan gaya gelombang (Setijoprajudo).

Berikut adalah langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk menghitung stabilitas kapal :



Gambar 6. Stabilitas akibat beban  $M_e$

1. Menetapkan harga  $G$ ,  $K$  dan  $B$  pada kondisi awal.
2. Saat dikenai *heeling moment* atau beban stabilitas ( $M_e$ ) sehingga kapal miring pada sudut  $\Phi$  tertentu, maka titik  $G$ ,  $B$  dan  $K$  akan bergerak mengikuti garis *center line* kapal. Titik  $G$ ,  $B'$  dan  $Y$  adalah jarak pergeseran pada tiap-tiap titik tersebut.

3. Momen pengembali atau *righting moment* yang akan mengembalikan kapal ke keadaan tegaknya merupakan gaya reaksi dari beban stabilitas yang besarnya sama dengan berat kapal dikalikan dengan jaraknya terhadap garis tengah kapal.

$$M_i = M_e = GZ * \Delta$$

$$GZ = GM * \sin \Phi$$

$$M_i = GM * \sin \Phi * \Delta$$

4. GM adalah tinggi metasentra kapal, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$GM = KM - KB$$

$$= (KB + BM) - KG$$

5. Menghitung KG, KB dan BM

- Menghitung nilai KG atau VCG dan KB dilakukan dengan perhitungan tabulasi ( tabel ). Analog dengan KG, KB didapat dengan membagi jumlah momen dari luas station kapal di bawah sarat dengan jumlah luas station di bawah sarat tersebut.
- KB dapat dihitung dengan menggunakan persamaan pendekatan Moris ( Parson, 2001 )

$$KB/T = ( 2.5 - C_{vp} )^{1/3}$$

$$C_{vp} = C_b / C_{wp}$$

- BM dihitung dengan membagi momen inersia garis air terhadap garis tengah kapal dengan berat kapal.

$$BM = I_T / V$$



$$= (2/3 y^3 dx) / V$$

$$I_T = \text{momen inersia garis air terhadap center line (m}^3\text{)}$$

$$y = \frac{1}{2} \text{ lebar kapal setempat (m)}$$

Selain perhitungan karena beban stabilitas di seperti yang disebutkan di atas, ada beban-beban lain yang perlu diperhitungkan seperti misalnya beban angin. Kriteria beban angin dengan oleng untuk stabilitas kapal ikan yang memiliki panjang  $L_{wl} > 45$  m dan memiliki luas proyeksi yang besar pada bangunan di atas geladak untuk beban angin, yaitu :

- Beban angin bekerja tegak lurus pada proyeksi bidang tengah kapal secara memanjang. Beban angin yang bekerja ada 2 macam, yaitu hembusan angin biasa ( steady wind ) yang lengan momennya adalah  $lw_1$  dan hembusan angin kuat ( gust wind ) yang lengan momennya adalah  $lw_2$ .
- $\Phi_0$  adalah sudut oleng karena steady wind dan  $\Phi_1$  adalah sudut oleng ( rolling ) karena gelombang.
- Pada kurva G-Z yang sudah dikoreksi oleh beban angin dan rolling, luas daerah  $B \geq$  luas daerah A.

#### 2.5.1 Pembeban Akibat Angin ( $lw_1$ , $lw_2$ , $\Phi_1$ dan T)

$$lw_1 = (P_o * A_w * Z_w) / (1000 * g * \Delta) \quad (\text{m})$$

$$lw_2 = 1.5 * lw_1 \quad (\text{m})$$

$$catt : lw_1 \text{ dan } lw_2 \text{ konstan}$$

$$P_o = 504 \text{ N/m}^2$$

$$A_w = \text{luas proyeksi bidang pembebanan di atas sarat (m}^2\text{)}$$

$Z_w$  = jarak dari titik tengah  $A_w$  ke  $\frac{1}{2}$  sarat ( m )

$\Delta$  = displacement kapal ( ton )

$$\Phi 1 = 109 * k_1 * X_1 * X_2 * \sqrt{r} * s$$

$X_1 = X_2$  = dari tabel

$k_1$  = 1, round bilge. Tidak punya round bilge keel

= 0.7, untuk kapal yang bilge keel tajam ( atau lihat tabel 1)

$$r = 0.73 \pm 0.6 * OG / d$$

OG = jarak dari CG ke sarat

d = sarat kapal ( m )

s = faktor rolling

B/d	$x_1$	Cb	$x_2$	$\frac{Ak * 100}{L * B}$	$k_1$	T	s
2.4	1	0.45	0.75	0	1	6	0.1
2.5	0.98	0.5	0.82	1	0.98	7	0.098
2.6	0.96	0.55	0.89	1.5	0.95	8	0.093
2.7	0.95	0.6	0.95	2	0.88	12	0.063
2.8	0.93	0.65	0.97	2.5	0.79	14	0.053
2.9	0.91	0.7	1	3	0.74	16	0.044
3	0.9	-	-	3.5	0.72	18	0.038
3.1	0.88	-	-	4	0.7	20	0.035
3.2	0.86	-	-	-	-	-	-
3.3	0.84	-	-	-	-	-	-
3.4	0.82	-	-	-	-	-	-
3.5	0.8	-	-	-	-	-	-

*Tabel 1. Values of  $x_1$ , Cb,  $x_2$ ,  $k_1$ , T dan s*

$$T = (2 * C * B) / \sqrt{GM}$$

T = periode oleng ( s )

$$C = 0.373 + 0.022 B/D - 0.045 L/100$$



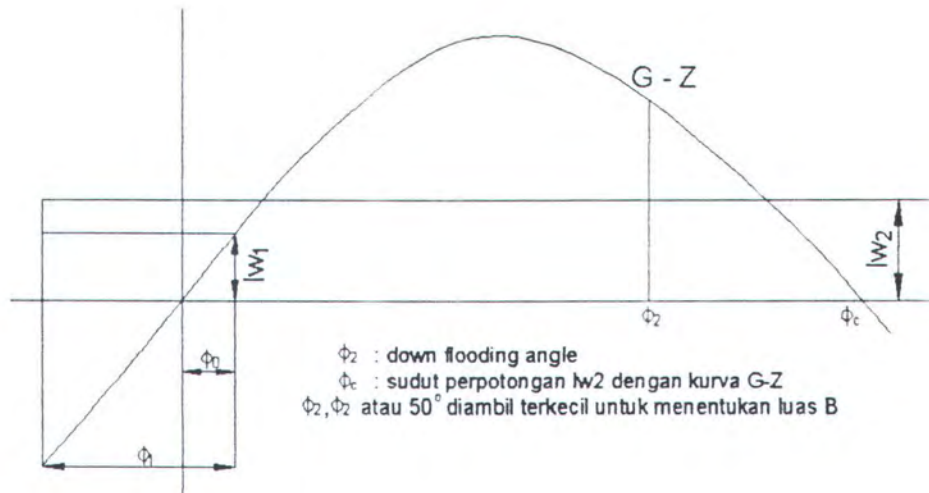
$L$  = panjang garis air pada sarat atad  $Lwl$  ( m )

$B$  = lebar kapal ( m )

$d$  = sarat kapal ( m )

$C_b$  = koefisien bentuk kapal

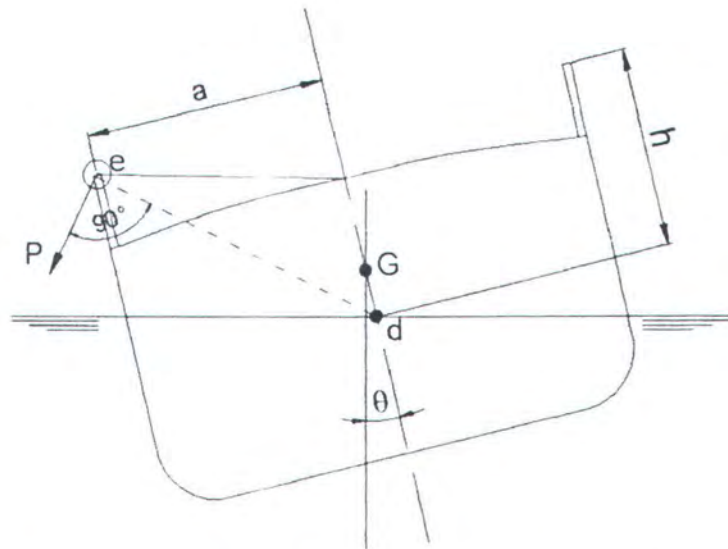
$GM$  = tinggi metasentra, sudah dikoreksi pada permukaan bebas.



Gambar 7. Kurva stabilitas akibat adanya momen angin

### 2.5.2 Besarnya Momen Akibat Penarikan Alat Tangkap

Ada eksternal momen lain yang terjadi pada kapal penangkap ikan ketika beroperasi. Eksternal momen tersebut adalah momen akibat adanya beban dari samping yang berasal dari beban jaring atau pancing yang ditarik melalui *line hauler* (Jhon Fyson, 1986). Besarnya eksternal moment ini dipengaruhi oleh besarnya beban yang diakibatkan oleh alat tangkap, letak *line hauler* dan tinggi *line hauler*.



Gambar 8. Gaya yang bekerja ketika proses penarikan jaring pancing

Besarnya momen yang bekerja pada gambar di atas adalah

$$M_e = P\sqrt{h^2 + a^2}$$



## 2.6. Konsep Dasar Ekonomi Teknik

Konsep dasar dalam teori ekonomi teknik dapat dijelaskan dalam beberapa prinsip antara lain adalah:

- Harus mencari, menjabarkan dan mengevaluasi semua alternatif yang ada sesuai dengan situasi dan kondisi
- Mengetahui dampak dari pengambilan suatu keputusan sebelum suatu keputusan diambil harus dikenali dampak yang akan timbul pada saat ini dan saat yang akan datang.
- Sudut pandang pengambilan keputusan yang diambil harus menguntungkan pihak pemilik, jadi kepuasan berdasarkan sudut pandang pemilik akan terpenuhi.



- d) Semua dampak harus dinyatakan dalam bentuk uang. Nilai uang memiliki waktu, demikian pula dengan dampak-dampak dari pengambilan keputusan.
- e) Memprioritaskan kriteria-kriteria sebelum memutuskan. Urutan prioritas kriteria sangat perlu dilakukan sehingga pengambilan keputusan bisa objektif dan sumber daya yang terbatas dapat teroptimalkan.
- f) Perbedaan kriteria ada yang dapat dinyatakan dalam bentuk uang dan ada yang tidak dapat dinyatakan dalam uang.
- g) Mengambil keputusan bukan berdasarkan sudut pandang individu tetapi sudut pandang system keputusan yang diambil harus berdasarkan sudut pandang keseluruhan atau system, sebab keputusan yang diambil tidak hanya akan mempengaruhi individu saja tetapi semua pihak yang berkaitan

#### **2.6.1. Analisa Investasi**

Kebijakan Investasi jangka panjang dikatakan sebagai persoalan *Capital Budgeting*. Investasi berarti pula sebagai pengeluaran pada saat ini dimana hasil yang diharapkan dari pengeluaran itu baru akan diterima lebih dari satu tahun mendatang, jadi menyangkut jangka panjang. Keputusan mengenai rencana investasi biasanya sulit karena memerlukan penilaian mengenai investasi dimasa yang akan datang. Makin jauh kedepan yang harus diramalkan maka makin menjadi sukar dalam proses analisisnya karena adanya ketidakpastian masa depan yang disebabkan oleh perubahan

teknologi, ekonomi dan sosial, kekuatan-kekuatan persaingan dan tindakan-tindakan pemerintah dan banyak lagi kepastian baru yang sulit diestimasi sebelumnya.

Salah satu tugas utama didalam persoalan kebijakan investasi untuk membuat armada kapal penangkap ikan baru adalah mengadakan estimasi terhadap pengeluaran dan penerimaan uang yang akan diterima dari investasi tersebut pada waktu yang akan datang. Adapun estimasi tersebut meliputi :

- Biaya pembuatan kapal
- Biaya operasional
- Pendapatan dari hasil tangkapan ikan.

Perbandingan terhadap nilai investasi dengan nilai dari penerimaan uang dimasa mendatang (*future cash flow*) ini akan dapat dipakai sebagai pedoman kebijakan investasi tersebut. Hasil perbandingan itu akan menjadi informasi bagi kita untuk menilai ekonomis tidaknya suatu rencana investasi.

Dalam menilai untung tidaknya investasi ada beberapa kriteria yang digunakan, Adapun kriteria penilaian investasi dapat digolongkan menjadi dua golongan, yaitu :

- Kriteria investasi yang mendasarkan pada konsep keuntungan / profit adalah *average rate of return / accounting rate of return*
- Kriteria investasi yang mendasarkan pada konsep *cash flow* yang dapat dirinci sebagai berikut :



- Konsep *cash flow* yang tidak memperhitungkan nilai waktu dari uang atau faktor diskonto (*non discount cash flow*) yaitu metode *pay back period*.
- Konsep *cash flow* yang memperhatikan nilai waktu dan uang atau faktor diskonto (*discounted cash flow*), antara lain :
  - a) *Net present value* (NPV)
  - b) *Profitability index* (PI)
  - c) *Internal Rate of Return* (IRR)

Dalam investasi analisa ekonomi yang dilakukan untuk menilai kelayakan suatu investasi adalah dalam hal pengadaan armada kapal penangkap ikan, digunakan kriteria penilaian investasi dengan *Net Present Value* (NPV) dan *pay back period*.

#### 2.6.2. *Net Present Value* (NPV)

Dalam metode ini kita menggunakan faktor diskonto. Semua pengeluaran dan pendapatan (dimana saat pengeluaran serta penerimaannya adalah waktu yang tidak bersamaan) harus dibandingkan dengan nilai yang sebanding dalam arti waktu. Dalam hal ini berarti kita harus mendiskontokan nilai-nilai pengeluaran dan penerimaan tersebut kedalam penilaian yang sebanding (sama). Pengeluaran adalah dilakukan pada saat mula-mula (sekarang), sedangkan penerimaan baru akan diperoleh dimasa-masa yang akan datang, padahal nilai uang sekarang adalah tidak sama (lebih tinggi) dari nilai uang dikemudian hari. Oleh karena itu jumlah

estimasi penerimaan itu harus didiskontokan dimana kita jadikan jumlah-jumlah nilai sekarang (penerimaan yang sebanding dengan pengeluarannya).

Urutan-urutan perhitungan dalam metode ini adalah :

- menghitung *cash flow* yang diharapkan dari investasi yang dilaksanakan.
- mencari nilai sekarang (*present value*) dari *cash flow* dengan mengalikan tingkat diskonto rate tertentu yang ditetapkan.
- kemudian jumlah nilai sekarang (*present value*) dari *cash flow* selama umur investasi dikurangi dengan nilai investasi awal (*initial outlays/IO*) akan menghasilkan *net present value* (NPV)

$$NPV = P.V \text{ of proceeds} - \text{Initials outlays.}$$

*Net present value* dari investasi itu dapat diperoleh dengan menggunakan formulasi sebagai berikut :

$$NPV = P_1 / (1 + i)^1 + P_2 / (1 + i)^2 + P_3 / (1 + i)^3 + \dots P_n / (1 + i)^n$$

$$NPV = \sum_1^n P_t / (1 + i) - IO$$

Dimana :

$P_t$  = *Net cash flow (proceeds)* pada tahun ke – t

$i$  = tingkat *disconto*.

$n$  = lama waktu atau periode perlangsungan investasi

$IO$  = pengeluaran mula-mula atau nilai investasi / *initials outlays*.

Untuk pengambilan keputusan, maka apabila NPV lebih besar dari nol (*positive*) berarti proyek itu menguntungkan



### **2.6.3. *Pay back period***

Metode ini untuk menghitung seberapa cepat investasi yang dilakukan bisa kembali. Hasil perhitungan untuk metode ini dinyatakan dalam satuan waktu. Kelemahan dari metode ini adalah tidak memperhatikan nilai waktu uang dan mengabaikan arus kas setelah periode *pay back*. Untuk mengatasi kelemahan tersebut, maka metode perhitungan ini dicoba untuk diperbaiki dengan cara semua arus kas dibuat dalam bentuk *present value*.

### BAB III

#### TINJAUAN DAERAH

##### 3.1 Gambaran Umum

Kabupaten Pacitan terletak di sebelah barat daya Propinsi Jawa Timur, dan termasuk dalam pesisir pantai selatan pulau Jawa. Batas-batas Kabupaten Pacitan adalah :

- Sebelah utara dengan Kabupaten Ponorogo (Jawa Timur)
- Sebelah selatan dengan Samudera Hindia
- Sebelah timur dengan Kabupaten Trenggalek (Jawa Timur)
- Sebelah barat adalah Kabupaten Wonogiri (Jawa Tengah)

Secara administratif Kabupaten Pacitan terdiri dari 164 desa dan kelurahan yang tersebar dari 12 kecamatan. Dari 12 kecamatan tersebut terdapat 7 kecamatan dan 25 desa dan kelurahan yang mempunyai wilayah pesisir terbentang dari Kecamatan Sidomoro sampai Kecamatan Donorojo dengan panjang pantai 70.709 km.

No	Kecamatan	Desa/Kelurahan	Panjang Pantai (km)	
			Curam	Landai
1	Donorojo	- Sendang	4.1	0
		- Widoro	0.75	1.771
		- Kalak	1.75	0
2	Pringkulu	- Watakarung	1	2
		- Dersono	1.5	1
		- Candi	1	2.279
		- Jlubang	1	0
		- Poko	2	0
		- Dadapan	4	0
3	Pacitan	- Kel. Sidoharjo	0.287	1
		- Kel. Ploso	0	0.858
		- Kembang	0.3	0.129



4	Kebonagung	- Sidomulyo	0.3	1.047
		- Wora-Wiri	1.05	0.124
		- Katipugal	1.97	1.016
		- Klesem	1.076	1.229
		- Krangnongko	3.478	0.616
		- Kalipelus	0.953	1.549
		- Plumbungan	1.589	1.263
5	Tulakan	- Jetak	3.593	0
6	Ngadirojo	- Sidomulyo	2.5	2.9
		- Hadiwarno	3.438	1.7
7	Sidomoro	- Sukorejo	1.991	2.68
		- Pager Lor	2.932	0
		- Pager Kidul	2.885	0.531

Tabel 2. Panjang Garis Pantai Kab. Pacitan

(Sumber : DinasKelautan Perikanan dan Peternakan 2006)

Kabupaten Pacitan memiliki luas keseluruhan sebesar 1.389.847,2 km<sup>2</sup>, sedangkan luas wilayah perairan berdasarkan wilayah kewenangan tercantum dalam tabel di bawah ini :

No	Kecamatan	Panjang G.Pantai		Luas Wilayah Wewenang					
				4 mil		12 mil		ZEE	
		km <sup>2</sup>	mil	km <sup>2</sup>	mil	km <sup>2</sup>	mil	km <sup>2</sup>	mil
1	Donorojo	4.52	8.371	18.08	62.01	186.04	54.24	3100.62	904
2	Pringkulu	8.82	15.779	34.08	116.89	350.67	102.24	5844.54	1704
3	Pacitan	1.39	2.574	5.56	19.17	57.2	16.68	953.41	278
4	Kebonagung	10.17	18.835	40.68	139.53	418.89	122.04	6.976.48	2.034
5	Tulakan	1.94	3.593	7.76	26.62	79.85	23.28	1330.85	388
6	Ngadirojo	5.69	10.538	22.76	78.07	234.2	68.28	3903.28	1138
7	Sidomoro	5.95	11.019	23.8	81.63	244.89	71.4	4081.44	1190
Total		38.48	70.71	152.72	523.92	1571.74	458.16	19214.14	5604.03

Tabel 3. Luas Perairan Kab. Pacitan

(Sumber : Dinas Kelautan Perikanan dan Peternakan Kab. Pacitan 2006)

Berdasarkan data di atas, dapat dilihat bahwa Kabupaten Pacitan memiliki perairan yang sangat luas, yang mana kondisi tersebut dapat memberikan hasil

laut yang sangat besar dan seharusnya dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat utamanya masyarakat nelayan apabila dapat dikelola dengan optimal.

### 3.2 Kondisi dan Potensi

Kondisi perairan pantai selatan Pacitan tidaklah berbeda jauh dengan kondisi perairan di daerah lain yang berada di selatan pulau Jawa. Laut Selatan Kondisi perairan pantai selatan Pacitan pada saat kondisi buruk yaitu:

- Kecepatan angin : 20 knot
- Tinggi gelombang : 2.108 m
- Panjang gelombang : 13.248 m
- Kecepatan gelombang : 4.548 m
- Periode gelombang : 2.91 sec

#### 3.2.1. Potensi Perairan

Laut Pacitan yang luas mempunyai potensi untuk perikanan tangkap yang sangat besar. Dengan potensi lestari sebesar 34.483 (ton/tahun), yang mana pemanfaatannya saat ini baru berkisar 6% (*Dinas Kelautan Perikanan dan Peternakan Kab. Pacitan, 2006*) kemungkinan untuk melakukan investasi akan sangat menjanjikan dimasa yang akan datang. Ikan-ikan yang dapat ditangkap diperairan Pacitan antara lain bawal/dorang, udang manis, tongkol/abon, layur, ikan kuwe, kurau, kakap, kembung, lemuru, cucut, teri, tingiri, pari dan lain-lain. Dari data-data tersebut terlihat bahwa ikan-ikan yang tertangkap selama ini adalah ikan-ikan yang berada di sekitar pantai. Ini disebabkan karena kebanyakan para nelayan menggunakan alat penangkap



ikan yang sederhana. Selain itu, ukuran kapal penangkap ikan mereka tergolong kecil, hanya berkisar antara 1GT – 10 GT, sehingga mereka tidak mampu untuk mencapai fishing ground yang lebih jauh.

### 3.2.2. Kondisi nelayan

Penduduk Pacitan yang berdomisili di sekitar pantai hampir seluruhnya bermata pencaharian sebagai nelayan. Mereka adalah nelayan tradisional yang menggunakan perahu-perahu tradisional. Mereka melaut mulai pagi, kemudian sore hari mereka sudah pulang. Armada yang mereka punyai kebanyakan adalah perahu-perahu yang memiliki satu cadik, perahu papan/fiber, perahu motor tempel (mesin di luar) dan kapal motor (mesin di dalam). Ada beberapa jenis perahu tradisional yang mempunyai motor penggerak yang mana mesinnya diletakkan di salah satu sisi dari perahu, dengan menggunakan mesin kendaraan.

Kebanyakan kapal penangkap ikan yang mempunyai kapasitas yang cukup besar misalnya sampai 10 GT mereka beroperasi sampai 100 mil ke tengah. Mereka beroperasi kurang lebih selama 1 minggu di laut, tergantung dari jumlah hasil tangkapan. Cara mereka menangkap ikan selama ini adalah mereka memanfaatkan alat yang di sebut rumpon. Rumpon adalah terumbu karang buatan yang sengaja dibuat untuk merangsang ikan agar ikan-ikan terkonsentrasi di tempat tersebut. Rumpon ditanam pada jarak yang bervariasi dari pantai, ada yang letaknya sekitar 50 mil, 100 mil dan 120 mil dari pantai. Rumpon ini ditanam/dipasang oleh para nelayan sendiri, oleh para pemilik kapal serta oleh dinas yang terkait. Semua nelayan mempunyai

hak sama untuk menangkap ikan di rumpon-rumpon tersebut. Ikan-ikan yang biasanya terdapat di rumpon tersebut antara lain ikan kakap, kembung, anak tuna, tuna dan lain-lain. Nelayan yang telah sampai di rumpon dan melihat ada ikan, langsung menebar pancing. Apabila ikan tersebut makan, mereka akan mendapatkan ikan dengan cepat demikian pula sebaliknya. Apabila ikan-ikan di rumpon tersebut tidak makan, tetapi jumlahnya banyak, para nelayan kadang-kadang memilih untuk menambatkan perahu pada rumpon, kemudian menunggu sampai keesokan paginya. Biasanya ikan-ikan tersebut akan makan waktu pagi.

Kapal-kapal yang beroperasi di perairan Pacitan sebagian besar terbuat dari bahan kayu, yang mana kapal-kapal tersebut kebanyakan dipesan atau dibuat di Kalimantan. Ada juga armada kapal yang sudah cukup modern, dimana bahan utama kapal terbuat dari fiber, menggunakan mesin penggerak yang modern seperti mesin enduro Yamaha 5 PK, 10 PK. Tapi kapal jenis fiber ini ternyata kurang diminati oleh masyarakat nelayan di Pacitan. Hal ini disebabkan karena selain karena ringan, kapal fiber ini juga tidak sesuai dengan kebiasaan para nelayan dalam menangkap ikan. Contohnya adalah para nelayan Pacitan kebanyakan mencari ikan di rumpon-rumpon yang telah dibuat baik oleh masyarakat sendiri maupun oleh pemerintah. Pada saat ikan-ikan yang berada di rumpon sulit untuk dipancing (ikan tidak makan), maka mereka beristirahat dengan cara menambatkan kapal pada rumpon. Apabila jumlah kapal yang berada pada rumpon tersebut banyak, maka cara mereka adalah satu kapal terikat pada



rumpon, disambung dengan kapal lain yang mengikatkap diri pada kapal pertama tersebut. Apabila kapal fiber berada di tengah-tengah kapal tersebut, maka kapal tersebut sangat mudah untuk pecah karena kadang-kadang kapal mengalami gaya tarik yang berlawanan akibat kondisi perairan.

### 3.2.3. Jumlah nelayan dan Pemilik Armada

Jumlah nelayan dan armada kapal penangkap ikan yang beroperasi di laut Pacitan antara tahun 2003-2005 dapat dilihat pada tabel dibawah ini, dengan perincian :

No	Kecamatan	Nelayan (orang)	Perahu		
			Dengan mesin		Tanpa Mesin
			<1 GT (buah)	1-10GT (buah)	(buah)
1	Donorojo	117	-	-	-
2	Pringkulu	598	75	-	3
3	Pacitan	1001	264	7	21
4	Kebonagung	731	202	-	6
5	Tulakan	123	16	-	15
6	Ngadirojo	429	137	-	10
7	Sudimoro	244	83	-	7
Jumlah		3243	777	7	62

Tabel 4. Jumlah nelayan dan armada tahun 2003  
(Sumber : Dinas Kelautan Perikanan dan Peternakan Kab. Pacitan 2006)

No	Kecamatan	Nelayan (orang)	Perahu		
			Dengan mesin		Tanpa Mesin
			<1 GT (buah)	1-10GT (buah)	(buah)
1	Donorojo	123	-	-	-
2	Pringkulu	628	101	-	5
3	Pacitan	1051	237	10	24
4	Kebonagung	768	288	-	2
5	Tulakan	129	25	-	-
6	Ngadirojo	450	141	-	-
7	Sudimoro	257	90	-	-
Jumlah		3406	882	10	31

Tabel 5. Jumlah Nelayan dan Armada tahun 2004  
(Sumber : Dinas Kelautan Perikanan dan Peternakan Kab. Pacitan 2006)

No	Kecamatan	Nelayan (orang)	Perahu		
			Dengan mesin		Tanpa Mesin
			<1 GT (buah)	1-10GT (buah)	(buah)
1	Donorojo	123	-	-	1

2	Pringkulu	619	75	1	5
3	Pacitan	1027	257	10	20
4	Kebonagung	742	287	1	2
5	Tulakan	118	28	-	4
6	Ngadirojo	447	135	-	-
7	Sudimoro	270	91	-	-
Jumlah		3346	873	12	32

Tabel 6. Jumlah Nelayan dan Armada Tahun 2005

(Sumber : Dinas Kelautan Perikanan dan Peternakan Kab. Pacitan 2006)

Dari data-data di atas dapat dilihat bahwa kapal penangkap ikan yang beroperasi di laut Pacitan didominasi oleh kapal-kapal kecil dengan ukuran <10 GT. Atau dengan kata lain, kapal-kapal tersebut merupakan kapal yang kecil, sehingga mereka hanya menangkap ikan-ikan yang berada disekitar pantai. Prouksi perikanan akan semakin meningkat apabila eksploitasi yang dilakukan dapat dilakukan seoptimal mungkin, yaitu dengan mengeksploitasi ikan-ikan yang ada di tengah yang saat ini belum terjangkau oleh kapal-kapal setempat.

#### 3.2.4. Jumlah dan Jenis Alat Tangkap

Jenis alat tangkap yang banyak digunakan oleh masyarakat nelayan di perairan Pacitan adalah payang, *gillnet*, parel, pancing dan krendet. Ada beberapa kapal yang menggunakan jarring jenis *purse seine*, tapi hasil yang didapat sangat sedikit, karena perairan di pantai selatan Jawa mempunyai karakteristik yang bergelombang, sehingga jaring *purse seine* tidak cocok untuk digunakan.

No	Jenis Alat Tangkap	Jumlah (buah)		
		Thn. 2001	Thn. 2002	Thn. 2003
1	Payang	113	120	156
2	<i>Gillnet</i>	304	325	421
3	Parel	2697	2885	3743
4	Pancing	1323	1415	1964



5	Krendet	910	976	1139
Jumlah		5347	5721	7423

Tabel 7. Jumlah dan Jenis alat tangkap di Pacitan 2003

(Sumber : Dinas Kelautan Perikanan dan Peternakan Kab. Pacitan 2006)

No	Kecamatan	Alat Tangkap				
		Payang	Gilnet	Parel	Pancing	Krendet
		(unit)	(unit)	(unit)	(unit)	(unit)
1	Donorojo	-	-	-	-	480
2	Pringkulu	-	30	1595	761	550
3	Pacitan	48	45	444	312	160
4	Kebonagung	-	5	1404	515	635
5	Tulakan	-	-	75	59	162
6	Ngadirojo	-	-	1128	341	840
7	Sudimoro	-	-	540	74	870
Jumlah		48	80	5186	2062	3697

Tabel 8. Jumlah dan Jenis Alat Tangkap di Pacitan 2004

Sumber: Dinas Kelautan Perikanan dan Peternakan Kab. Pacitan, 2006

No	Kecamatan	Alat Tangkap				
		Payang	Gilnet	Parel	Pancing	Krendet
		(unit)	(unit)	(unit)	(unit)	(unit)
1	Donorojo	-	-	-	-	492
2	Pringkulu	-	17	1479	403	255
3	Pacitan	213	51	381	253	187
4	Kebonagung	-	5	1405	546	620
5	Tulakan	-	36	80	65	140
6	Ngadirojo	-	-	1123	321	687
7	Sudimoro	-	-	552	93	879
Jumlah		213	109	5020	1681	3260

Tabel 9. Jumlah dan Jenis Alat Tangkap di Pacitan 2005

Sumber: Dinas Kelautan Perikanan dan Peternakan Kab. Pacitan, 2006

### 3.2.5. Jumlah produksi tangkap

Secara keseluruhan jumlah ikan yang berhasil ditangkap oleh para nelayan dari laut Pacitan dan didaratkan di TPI di seluruh Pacitan terus menurun dalam tiga tahun terakhir. Meskipun ada tempat seperti misalnya di Kecamatan Ngadirojo jumlah tangkapan pertahunnya malah meningkat. Menurunnya jumlah tangkapan oleh para nelayan ini disebabkan oleh

beberapa faktor, antara lain *fishing ground* yang semakin jauh dan tidak dapat dijangkau oleh kapal-kapal tradisional yang ukurannya kecil, faktor cuaca dan faktor musim. Khusus untuk *fishing ground* yang semakin jauh dapat ditasi dengan cara menambah jumlah armada yang mempunyai ukuran yang lebih besar dan mempunyai kemampuan *seakeeping* yang baik. Data-data jumlah produksi penangkapan ikan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Kecamatan	Jumlah Produksi (Kg)		
	2003	2004	2005
Donorojo	8,164	6,136	5,365
Pringkulu	376,372	320,057	212,155
Pacitan	592,419	909,623	645,363
Kebonagung	447,572	267,771	242,216
Tulakan	162,450	92,850	52,312
Ngadirojo	289,322	246,621	326,213
Sudimoro	211,510	91,644	75,965
Jumlah	2,087,809	1,934,702	1,559,589

Tabel 10 Produksi Perikanan tahun 2003-2005

Sumber: Dinas Kelautan Perikanan dan Peternakan Kab. Pacitan, 2006

### 3.2.6. Dermaga Bongkar Muat dan Tambat

Untuk menunjang proses perencanaan kapal penangkap ikan, dermaga bongkar muat dan tambat merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap besar kecilnya ukuran kapal yang dapat dirancang (Arif Rahman Hakim, 2005). Dermaga yang mempunyai panjang, lebar dan sarat perairan lebih kecil dari rata-rata panjang, lebar dan sarat kapal, maka dermaga tersebut tidak akan dapat disinggahi kapal tersebut. Oleh karena itu, sangatlah penting dalam proses perencanaan kapal penangkap ikan, peneliti



harus menentukan dermaga mana yang akan disinggahi oleh kapal yang akan dirancang.

Di Kabupaten Pacitan ada sekitar 14 buah tempat pendaratan ikan dan ada 7 tempat pelelangan ikan. Tempat pendaratan ikan di Pacitan antara lain:

1. Karangturi, Ngobuok, Desa Sukorejo, Kecamatan Sidomoro
2. Centakan Desa Pager Kecamatan Sidomoro
3. Kamal Tuo, Segara Anakan, Tawang Desa Sidomulyo Kecamatan Ngadirojo
4. Godeg, Desa Jetak, Kecamatan Tulakan
5. Wawaran, Desa Sidomulyo Kecamatan Kebonagung
6. Desa Kalipelus, Kecamatan Kebonagung
7. Desa Klesem, Kecamatan Kebonagung
8. Desa Katipugal, Kecamatan Kebonagung
9. Bagelon, Desa Plumbungan Kecamatan Kebonagung
10. Pancer Wetan, Desa Kembang, Kecamatan Pacitan
11. Desa Watukarung, Kecamatan Pringkulu
12. Teleng, Kelurahan Sidoharjo, Kecamatan Pacitan
13. Tamperan, Kelurahan Sidoharjo, Kecamatan Pacitan
14. Srau, Desa Candi, Kecamatan Pringkulu

Sedangkan untuk tempat pelelangan ikan yang berada di Kabupaten Pacitan adalah sebagai berikut:

- Tiga buah TPI berada di Kecamatan Pacitan, yaitu Pantai Pancer (Desa Kembang), Teleng dan Tamperan (Kelurahan Sidoharjo).

- Satu buah di Kecamatan Pringkuku yaitu di Pantai Watukarung, Desa Watukarung.
- Satu buah di Kecamatan Kebonagung, yaitu di Pantai Wawaran Sidomulyo
- Satu buah di Kecamatan Ngadirojo di Pantai Tawang, Desa Sidomulyo
- Satu buah di Kecamatan Sidomoro di Ngobyok, Desa Sukorejo.

Untuk penelitian ini, peneliti akan merencanakan kapal yang dapat beroperasi di Pantai Selatan Pacitan, dengan dermaga bongkar di Pelabuhan Pendaratan Ikan Tamperan. Alasan peneliti memilih pelabuhan ini karena :

- Pelabuhan Tamperan merupakan pelabuhan yang terletak di Kecamatan Pacitan yang mempunyai akses transportasi yang bagus ke beberapa kota yang menjadi tujuan pemasaran hasil tangkapan.
- Pelabuhan Pendaratan Ikan Tamperan mempunyai fasilitas yang memadai. Seperti misalnya, fasilitas penyediaan bahan bakar (SPBN), mampu manampung kapal sampai 20 meter dengan kedalaman pelabuhan 1.5m – 3m.
- Pelabuhan Tamperan mempunyai *break water*, sehingga pada saat kapal sedang tambat tidak khawatir akan dihantam gelombang atau dibawa arus yang besar.

Pelabuhan Pendaratan Ikan (PPI) Tamperan merupakan pelabuhan pendaratan ikan yang akan dibuat menjadi Pelabuhan Sentra Tangkap Ikan (PSTI)



untuk kawasan laut selatan Jawa Timur. Data-data PPI Tamperan adalah sebagai berikut:

- PPI Tamperan masih dalam tahap pembangunan untuk menjadi pelabuhan pendaratan ikan yang ideal.
- PPI Tamperan mempunyai fasilitas seperti SPBN (Stasiun Pengisian Bahan Bakar Nelayan) yang menyediakan solar dan bensin,. Fasilitas lain adalah tempat pelelangan ikan.
- Konstruksi beton lengkap dengan *bollard* sudah ada, tapi belum digunakan karena masih harus dilakukan pengerukan pasir di beberapa tempat supaya kapal dapat mendarat dekat dengan konstruksi beton tersebut.
- Kapal-kapal yang mendarat di PPI Tamperan selama ini memanfaatkan konstruksi *break water* yang terbuat dari tumpukan batu gunung, tanah dan sebagian beton untuk menambatkan kapal dan mengangkut hasil tangkapan ke TPI Tamperan yang jaraknya sekitar 100 meter.
- Kedalaman air di sekitar area *break water* adalah 2 meter dalam kondisi surut dan dapat mencapai 4,5 meter pada saat pasang.
- Musim hujan biasanya pada bulan Nopember s/d Januari dan sering terjadi cuaca buruk disertai dengan gelombang besar yang disebut dengan musim barat. Biasanya para nelayan takut untuk melaut, sehingga mereka memilih untuk beristirahat atau mereka mencari ikan di sekitar pantai. Sedangkan musim kering terjadi pada bulan April s/d Oktober yang disebut musim timur.

## BAB IV

### ANALISA TEKNIK

#### 4.1 Perencanaan Jumlah Tangkapan dan Trip

Jumlah tangkapan dalam setahun dipengaruhi oleh perkiraan Potensi Lestari dan JTB yang diperbolehkan. Untuk jumlah trip dalam setahun dipengaruhi oleh jumlah hari pertrip dan kondisi alam. Berdasarkan data dari Dinas Kelautan dan Perikanan Kab. Pacitan tahun 2006, diketahui :

⇒ Potensi lestari MSY ( DKP, 2006 )	= 34.483	ton/tahun
⇒ Jumlah tangkapan pertahun :		
○ Tahun 2003	= 2.087,809	ton/tahun
○ Tahun 2004	= 1.934,702	ton/tahun
○ Tahun 2005	= 1.559,549	ton/tahun
⇒ JTB pertahun ( DKP, 2006 )	= 80% MSY	
	= 26097,6	ton/tahun
⇒ Pemanfaatan oleh para nelayan	= 8% JTB	
	= 2.087	ton/tahun
⇒ JTB belum dimanfaatkan	= 24.000	ton/tahun

Jumlah ini tidak mungkin akan ditangkap oleh satu kapal yang mendarat di PPI Tamperan. Oleh karena itu perlu dibuat beberapa kapal yang dapat melakukan penangkapan secara optimal dan dapat mendaratkan muatan di PPI Tamperan, Pacitan Jawa Timur. PPI Tamperan dapat menampung kapal dengan panjang sampai sekitar 20 m.



Pada penelitian ini untuk sekali trip operasi direncanakan dilakukan selama 14 hari, dengan perincian :

⇒ Direncanakan $T_{opr}$	=	14	hari
○ Berangkat	=	1	hari
○ Operasi	=	7	hari
○ Pulang	=	1	hari
○ Bongkar muat	=	3	hari
⇒ Jarak maksimal operasi	=	200	mil
	=	370.4	km
⇒ Jumlah maksimal trip dalam setahun	=	365 hari / $T_{opr}$	
	=	365 / 14	
	=	± 26	kali / tahun

Dalam setahun, nelayan tidak mungkin akan melakukan operasi penangkapan secara terus menerus. Ada faktor-faktor yang membuat nelayan tidak bisa melaut sepanjang tahun, seperti bulan purnama dimana berdasarkan pengalaman, ikan-ikan sangat sulit untuk ditangkap. Oleh karena itu perlu dilakukan koreksi perhitungan jumlah trip dalam setahun.

⇒ Koreksi perhitungan $T_{kor}$ :			
○ Bulan purnama	=	24	hari
○ Perbaikan kapal	=	15	hari
○ Libur crew	=	12	hari
○ Total $T_{kor}$	=	51	hari
⇒ Trip koreksi	=	$T_{kor} / T_{opr}$	

$$= 51 / 14$$

$$= \pm 4 \text{ kali}$$

Jadi, dalam setahun total trip direncanakan yang dapat dilakukan adalah sebanyak 22 kali trip.

#### 4.2 Perencanaan Ukuran Utama Kapal

Perencanaan ukuran utama didasarkan pada kapal pembanding (*parent ship*). Kapal pembanding yang dicari adalah kapal yang sejenis dan berdasarkan pada lokasi kapal tersebut mencari ikan, kapasitas ( Gross Tonnage ), dan ukuran kapal yang dapat mendarat di PPI Tamperan. Kapal pembanding untuk menentukan nilai-nilai maksimal dan minimal dari L, B, H, dan T yang kemudian digunakan sebagai batasan ( *constrain* ).

Adapun data-data kapal pembanding tersebut adalah :

No	Nama Kapal	UKURAN UTAMA				GT
		L	B	H	T	
1	Aqua Mas	15	3	-	-	-
2	Konco Dewe	15	3	-	-	-
3	Mega Bahari	17	3.8	-	-	-
4	Jaya Indah	15	4	-	-	-
5	Sinar Fajar	10	2	-	-	-
4	Mutiara 3	18	5	2.25	1.9	53
5	Mutiara 2	18.9	5.02	2.15	1.6	53
6	Mitra Sari 10	18.6	5	2.8	2.1	63
7	Dahlia	20.47	5.62	2.44	2.1	56
8	Sari Segara 10	17	5	2.2	1.6	52

Tabel 11. Kapal pembanding

Kemudian dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode optimasi dengan bantuan program Microsoft Excell. Fungsi objektif yang ingin dicapai dalam perhitungan ini adalah meminimumkan biaya pembuatan ( *building cost* )



dengan variabel yang ingin dicari adalah panjang (  $L_{pp}$  ), lebar kapal (  $B$  ), tinggi kapal (  $H$  ) dan arat kapal (  $T$  ).

#### 4.2.1 Design Variable

Proses perhitungan dilakukan untuk mendapatkan harga variabel-variabel yang dicari, yaitu ukuran utama kapal :

- Panjang kapal (  $L_{pp}$  )
- Lebar kapal (  $B$  )
- Tinggi (  $H$  )
- Sarat (  $T$  )

Untuk penelitian ini, diambil nilai awal ( *initial value* ) dari *design variable* ( dari kapal pembanding ) sebagai berikut :

- |                              |         |
|------------------------------|---------|
| - Panjang kapal ( $L_{pp}$ ) | = 17 m  |
| - Lebar kapal ( $B$ )        | = 5 m   |
| - Tinggi ( $H$ )             | = 2.2 m |
| - Sarat ( $T$ )              | = 1.6 m |

#### 4.2.2 Batasan-batasan

Proses pencarian ukuran utama kapal menggunakan batasan-batasan sebagai berikut :

- **Sarat maksimal (  $T_{max}$  ) = 2 m**, merupakan kedalaman pelabuhan terendah pada waktu surut.
- **Panjang maksimal (  $L_{pp}$  ) = 20 m**, merupakan panjang maksimal kapal yang dapat merapat di Pelabuhan Tamperan.

- Lebar kapal (  $B$  ) = 4 ~ 6 m, merupakan lebar kapal dari kapal pembanding.
- Tinggi kapal (  $H$  ) = 2.2 ~ 2.6 m.
- Rasio ukuran utama untuk kapal ikan yang didapat dari Setijoprajudo (1998) yaitu:
  - $L/B$  : 3.00 ~ 5.00
  - $B/T$  : 2.00 ~ 3.00
  - $B/H$  : 1.50 ~ 2.20
  - $L/H$  : 9.00 ~ 11.00
  - $H/T$  : 1.15 ~ 1.30
  - $V/\sqrt{L}$  : 0.80 ~ 1.1

- Koreksi displacement : 0 ~ 0.5 %

Displacement dari hitungan (  $DWT + LWT$  ) harus sama dengan displacement (  $L \times B \times T \times C_b \times 1.025$  ) atau dengan maksimal koreksi 0 ~ 0.5%.

Pendekatan komponen-komponen LWT untuk berat konstruksi didapatkan melakukan perhitungan perbagian dengan menggunakan standar *Biro Klasifikasi Indonesia Peraturan Kapal Kayu 1996*, sedangkan untuk komponen LWT yang lain didapatkan dengan menggunakan rumus pendekatan dari buku *Design of Small Fishing Vessel (John Fyson, 1985)*.

Untuk berat konstruksi dilakukan perhitungan dengan membagi kapal menjadi beberapa bagian :



- Lambung
- Konstruksi dasar
  - Gading-gading
  - Lunas dan linggi
  - Sekat dan penegar sekat
  - Konstruksi pondasi mesin
  - Wrang
- Konstruksi geladak
  - Geladak ( deck )
  - Balok geladak
  - Galar balok dan kim
  - Pagar
  - Bangunan atas

Untuk komponen LWT yang lain, dalam buku *Design of Small Fishing Vessel*, Jhon Fyson 1986) diberikan pendekatan :

- Berat outfit  $= 50 \text{ kg/m}^3 \times \text{CUNO}$
- Berat Equipment  $= 15 \text{ kg/m}^3 \times \text{CUNO}$
- Berat Permesinan  $= 15 \text{ kg/m}^3 \times \text{CUNO}$

Untuk komponen DWT dihitung dengan menggunakan rumus pendekatan dari buku *Design of Small Fishing Vessel* ( Jhon Fyson, 1986 ) dan *Perencanaan Kapal* ( Ir. I.G.M. Santosa, 1999 ).

- Berat Fuel Oil Consumption

*Design of Small Fishing Vessel* memberikan rumus pendekatan untuk konsumsi bahan bakar :

$$W_{FO} = 0.19 \text{ kg/hP/hour} + (0.1 \sim 0.2) W_{FO}$$

- Berat *Lubricant Oil*

$$W_{LO} = 0.00000027 \text{ ton/hP/hour}$$

- Berat Air Tawar ( *Fresh Water* )

Perencanaan Kapal (I.G.M. Santosa) memberikan rumus pendekatan untuk menentukan berat air tawar :

$$W_{FW} = 20 \text{ kg/orang hari}$$

- Berat *Provisions* ( $W_P$ )

Berat provision didapatkan dengan menggunakan asumsi :

$$\text{Berat provisions} = 3 \sim 5 \text{ kg/orang hari ( diambil 5 kg )}$$

$$\text{Berat crew + bawaan} = 100 \text{ kg/crew}$$

- Berat muatan + es (  $W_L$  )

*Stowage factor* ikan dalam ruang muat yang menggunakan pendingin es  $0.5 \text{ ton/m}^3$ . Untuk es diasumsikan untuk 1 kg ikan membutuhkan 0.5 kg es ( *Jhon Fyson, 1986* )

- Berat *Fishing Gear* (  $W_{FG}$  )

Diasumsikan berat fishing gear adalah 0.5 ton.

- Berat Cadangan

$W_{res} = (7 - 10 \%) \times LWT_{Total}$ , untuk penelitian kali ini  $W_{res}$  diambil  $10\%LWT_{Total}$



#### ▪ Stabilitas

- Persyaratan stabilitas mengacu pada buku “ **Intact Stability for all type of ship covered by IMO instruments Resolution A.749(18) Amended by MSC.75(69)** yaitu:
- Tinggi Metacentre (MG) pada sudut oleng  $0^\circ$  untuk *single deck*: tidak boleh kurang dari  $(\geq) 0.35$  m
- Lengan statis (GZ) pada sudut oleng  $> 30^\circ$  tidak boleh kurang dari  $(\geq) 0.20$  m
- Lengan stabilitas statis (GZ) maksimum harus terjadi pada sudut oleng sebaiknya lebih dari  $(\geq) 30^\circ$  dan tidak boleh kurang dari  $25^\circ$
- Luasan bidang yang terletak dibawah lengkung lengan statis (GZ) diantara sudut oleng  $30^\circ$  dan  $40^\circ$  tidak boleh kurang dari  $(\geq) 0.03$  m radian
- Luasan kurva dibawah lengkung lengan statis (GZ) tidak boleh kurang dari  $(\geq) 0.055$  m radian sampai dengan  $30^\circ$  sudut oleng
- Luasan kurva dibawah lengkung lengan statis (GZ) tidak boleh kurang dari  $(\geq) 0.009$  m radian sampai dengan  $40^\circ$  sudut oleng.
- Periode oleng yang terjadi harus  $\geq 5.00$  dan tidak boleh lebih  $(\leq) 9$  detik.

Proses perhitungan stabilitas dilakukan dengan metode yang ada pada buku (*Bernhart and Thewlis, 1956*). (*Lihat lampiran*)

#### 4.2.3 Parameter-parameter.

Dalam penelitian ini parameter awal yang ditentukan bervariasi sebagai berikut :

- Kecepatan kapal = 7 knot, 8 knot dan 9 knot
- Jarak ke *fishing ground* = 100 mil, 150 mil dan 200 mil
- Jumlah crew = 6 orang

#### 4.2.4 Fungsi objective

Dalam penelitian ini *objective function* yang dipilih adalah meminimalkan biaya pembangunan kapal.

**Objective function** = Minimum ( Building Cost )

**Total Cost** = Fixed Cost + Variabel Cost

- **Fixed Cost terdiri atas :**

- **Biaya investasi awal ( building cost )**, dalam penelitian ini, konstruksi kapal keseluruhannya terbuat dari kayu. Kayu yang digunakan adalah kayu jenis merbau, dengan berat jenis  $800 \text{ kg/m}^3$ .

Harga kayu merbau dipasaran adalah :

$\Rightarrow$  Dalam bentuk log = Rp 3500000 /  $\text{m}^3$

$\Rightarrow$  Dalam bentuk jadi = Rp 6500000 /  $\text{m}^3$

Diambil kayu yang sudah dalam bentuk potongan papan-papan.

- **Biaya outfitting dan equipment**

Biaya outfitting dan equipment diasumsikan 60% dari biaya pembuatan lambung. Sedangkan untuk perhitungan biaya alat tangkap disendirikan, dengan asumsi :

$\Rightarrow$  Untuk gillnet (100 yard) = Rp 30000000





⇒ Untuk longline, berdasarkan data yang dihimpun dari nelayan, untuk kapal dengan kapasitas 35 GT jumlah mata kail yang digunakan adalah 2000 dengan panjang senar 650 m. Harga mata kail perbuah Rp 30000,- sedangkan untuk senar permeternya adalah Rp 4500,-.

- **Biaya *machinery* (permesinan)**, untuk mesin induk (*main engine*) harga yang digunakan adalah berdasarkan BHP mesin dan jenis mesin. Jenis mesin yang digunakan adalah jenis *marine engine*. Menurut Dedi Murdiadi didalam Tugas Akhirnya yang berjudul “Perancangan armada kapal penangkap ikan jenis rawai tuna (*tuna long line*) untuk pantai selatan Jawa Timur” biaya aux. engine sebesar  $25\% \times \text{biaya main engine}$ .
- **Biaya asuransi** pertahun diasumsikan 1.5% dari biaya investasi awal.
- **Biaya angsuran**. Diasumsikan untuk pengadaan kapal, biaya yang digunakan berasal dari pinjaman dengan bunga 12% setahun dan akan dilunasi selama 20 tahun ( selama umur ekonomis kapal).
- **Gaji, Tunjangan dan Kesejahteraan ABK**
  - ⇒ Gaji ABK = Rp 850000 / ABK / bulan
  - ⇒ Kesejahteraan ABK = Rp 100000 / ABK / bulanPenentuan ini dilakukan dengan asumsi tidak ada perbedaan pangkat ABK.

- **Biaya Reparasi Kapal**, diasumsikan untuk setahun besarnya biaya reparasi kapal 10% dari investasi awal.
- **Biaya Reparasi Alat Tangkap**, diasumsikan besarnya adalah 10% dari harga alat tangkap pertahun.

▪ **Variable Cost**

- **Biaya bahan bakar (*main engine*).**

Untuk konsumsi bahan bakar *Main Engine* dilakukan dengan menggunakan rumus pendekatan *Design of Small Fishing Vessels* (Jhon Fyson, 1986 )

$$\Rightarrow \text{Pemakaian bahan bakar} = 0.19 \text{ kg/hP/hour}$$

$$\Rightarrow 1 \text{ kg} = 0.85 \text{ liter}$$

Jadi biaya untuk kebutuhan bakar untuk *main engine* dalam setahun adalah  $0.19 \times 0.85 \times \text{BHP} \times \text{jam untuk 1 trip} \times \text{jumlah trip dalam setahun} \times \text{harga solar perliter}$ .

- **Biaya *lubricant oil***

*Analisa Teknis dan Ekonomis Perencanaan Kapal Multi Purpose* ( Arif R. Hakim, 2005 ) menyebutkan bahwa kebutuhan *lubricant oil* untuk kapal penangkap ikan adalah sebesar (0.1 ~ 0.3 ) kebutuhan bahan bakar *main engine*. Untuk penelitian ini digunakan  $0.1 \times \text{kebutuhan bahan bakar main engine} \times \text{harga lubricant oil perliter}$ .

- **Biaya Air Tawar.**



Dalam penelitian ini diasumsikan harga air tawar adalah Rp 75,- /liter. Jadi besarnya *biaya air tawar dalam setahun adalah  $Rp75,- \times \text{jumlah crew} \times \text{waktu operasi} \times \text{jumlah trip}$* .

- **Biaya Tambat**, besarnya biaya tambat setahun diasumsikan sebesar Rp1000/ GT. *Besarnya biaya tambat setahun adalah  $Rp1000 \times GT \times \text{waktu tambat bongkar muat} \times \text{jumlah trip setahun}$* .
- **Biaya bongkar muat**, besarnya biaya bongkar muat adalah Rp 10000,- / ton. *Besarnya biaya bongkar muat setahun adalah  $Rp10000,- \times \text{jumlah tangkapan} \times \text{jumlah trip}$* .

### 4.3 Model Optimasi

Model optimasi adalah pernyataan atau penggambaran dari persamaan-persamaan matematis untuk memecahkan masalah matematis . hasil dari pemecahan masalah matematis tersebut yang dinyatakan di model matematis merupakan “cara atau langkah yang terbaik” (Nash and Sofer, 1972). Untuk memecahkan kasus optimasi, kali ini peneliti menggunakan *tool* yang ada pada *software Microsoft excel* yaitu *solver*. Adapun langkah-langkah pengerjaannya adalah sebagai berikut:

1. Sebelum menjalankan program optimasi, kita harus membuat dulu model Optimasinya. Pemodelan optimasi ini dibuat dengan menggunakan Microsoft Excel, dimana isi dari model Optimasi tersebut harus ada, *Variables* yang akan dicari nilainya, *Constraints* yang membatasi variabel-variabel yang ada dan *Objective function* yang akan dicari

nilainya (max atau min). Dalam program Optimasi tersebut dilakukan perhitungan-perhitungan dasar perancangan kapal dengan ukuran utama awal ( *initial value* ) yang telah ditentukan berdasarkan kapal pembanding. Dari *initial value* tersebut dilakukan perhitungan dasar perancangan kapal seperti hydrostatic dan bonjean, perhitungan GT, tahanan Holtrop dan powering, perhitungan LWT & DWT dan perhitungan biaya-biaya. Model Optimisasi dapat dilihat pada gambar di bawah ini :

Microsoft Excel - Terbaru\_830606\_010(new md)\_FISHING\_MAN\_016\_FDX

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help "1" Adobe PDF

Type a question for help

April

= 12 - B Z U 5

F12

F5

E

F

G

H

I

J

K

L

M

Solver Program

Perencanaan Kapal Penangkap Ikan Yang Sesuai  
Untuk Fishing Ground Pantai Selatan Pacitan

Tuesday, June 05, 2006

CONSTANTS	Value	Units
Acceleration of Gravity	9.81	m/s <sup>2</sup>
Density of Sea Water	1025	kg/m <sup>3</sup>
Density of Fresh Water	1000	kg/m <sup>3</sup>

PARAMETERS	Value	Units
Velocity	8	knots
Gravel Tonnage	30	tonnes
Displacement	200	m <sup>3</sup>
Sea Time	10	days
Crew Capacity	5	persons

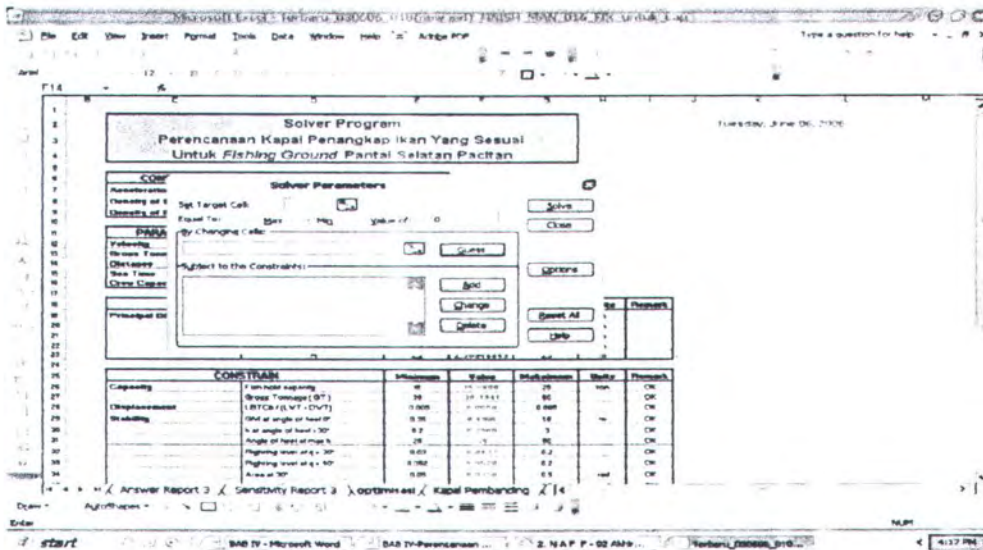
VARIABLE	Minimize	Value	Maximize	Units	Result
Principal Dimension					
L <sub>pp</sub>	16	16.48811276	20	m	
B	8	8.588971171	6	m	
T	15	15.2144442	19	m	
H	2.2	2.20248847	2.2	m	

CONSTRAINT	Minimize	Value	Maximize	Units	Result	
Capacity	Fish hold capacity	15	15.00000	25	ton	OK
	Gravel Tonnage (GT)	30	30.00000	88	ton	OK
Displacement	L <sub>pp</sub> / (L <sub>pp</sub> + DWT)	0.005	0.00500	0.005		OK
Stability	G <sub>M</sub> at angle of heel 0°	3.26	3.11635	1.6	m	OK
	h at angle of heel = 30°	0.2	0.17069	2		OK
	Angle of heel at heel h	25	19	90		OK
	Fighting level at $\phi = 30^\circ$	3.03	3.04127	6.2		OK
	Fighting level at $\phi = 40^\circ$	0.902	0.90170	6.2		OK
	Area at 30°	0.98	0.97748	6.8	m <sup>2</sup>	OK

Sensitivity Report 3 Optimisasi Kapal Perikanan / Objek Kapal / Lines 1 <

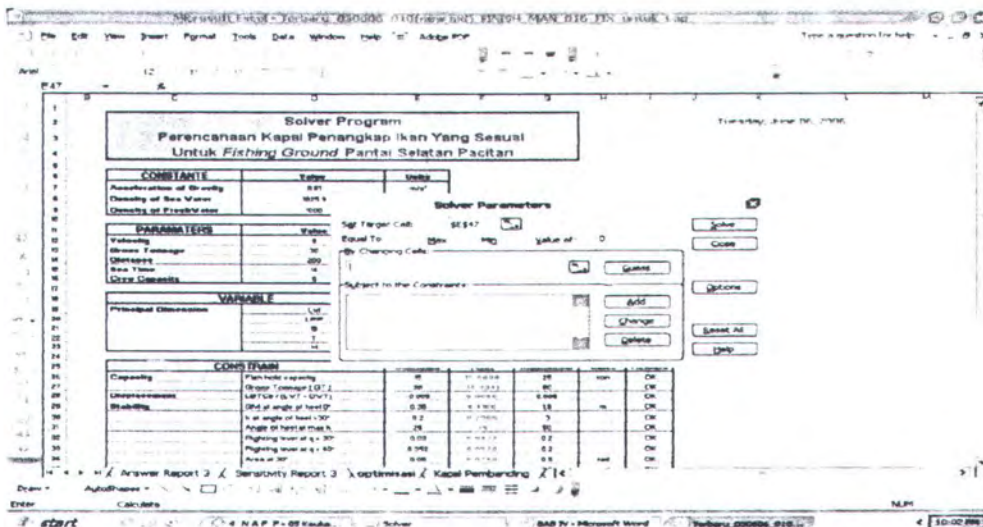
Draw > &gt





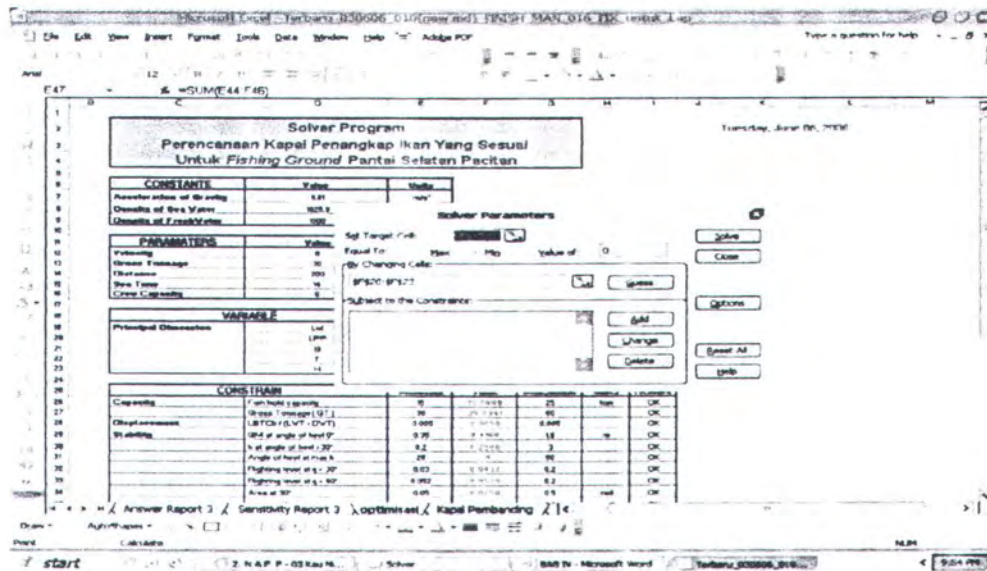
Gambar 10. Solver parameter

Setelah *Solver parameter* ditampilkan, pada kotak *Set Target Cell* dimasukkan nilai *fungsi objective* yang dalam hal ini adalah harga pembuatan kapal ( *building cost* ). Kemudian tentukan nilai *Set Target Cell* tersebut pada bagian *equal to* dengan nilai *Max*, *Min* atau *Value of* (pada penelitian ini peneliti memilih *Min* karena akan meminimalkan biaya pembuatan kapal ).



Gambar 11 Solver Parameter Set Target Cell

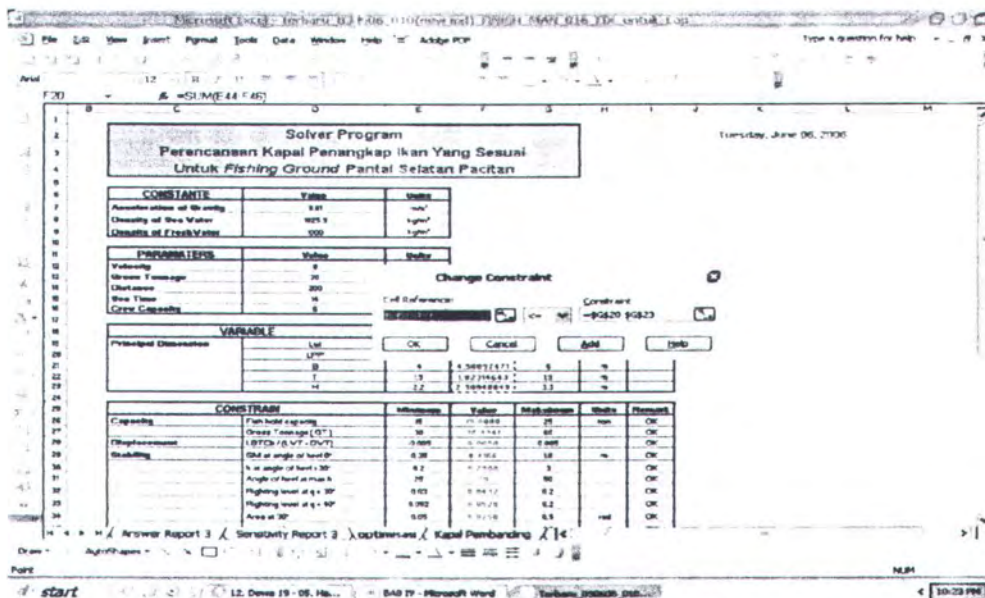
3. Kemudian isi bagian *By Changing Cell* dengan variabel yang telah ditentukan sejak awal. Solver akan mengubah nilai-nilai *variable* tersebut dengan nilai yang lain setelah *running solver*



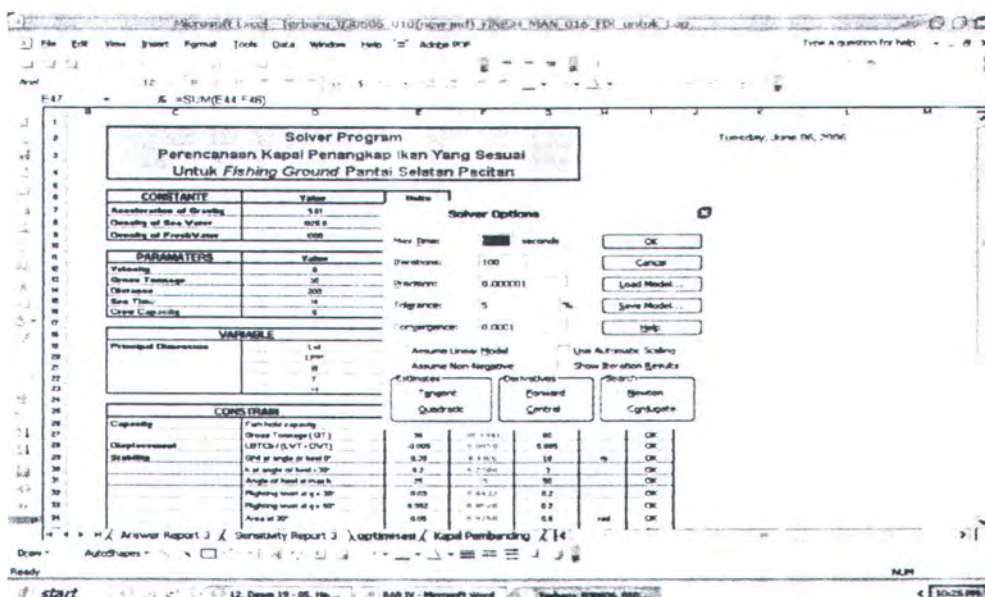
Gambar 12. Tampilan solver parameter dengan *By Changing Cell*

4. Masukkan nilai batasan –batasan pada kotak *Subject to the Constrains* dengan menekan tombol **add** pada *solver parameter* yang sesuai dengan batasan yang telah ditentukan, yaitu kurang dari sama dengan ( $\leq$ ), lebih dari sama dengan ( $\geq$ ) atau sama dengan ( $=$ ). Ketika melakukan pengisian constrain, constrain disusun sedemikian rupa sehingga dalam kontak tersebut hanya terdapat beberapa batasan-batasan. Setelah memasukkan nilai batasan-batasan, tekan tombol *options* untuk mengecek *max time*, *iterations*, *precisions*, *tolerance*, *convergence*. Setelah itu kembali ke *Solver Parameters* untuk melakukan solving.





Gambar 13. Tampilan Solver Parameter dengan memasukkan constrain



Gambar 14. Tampilan Solver Parameters dengan pengecekan options

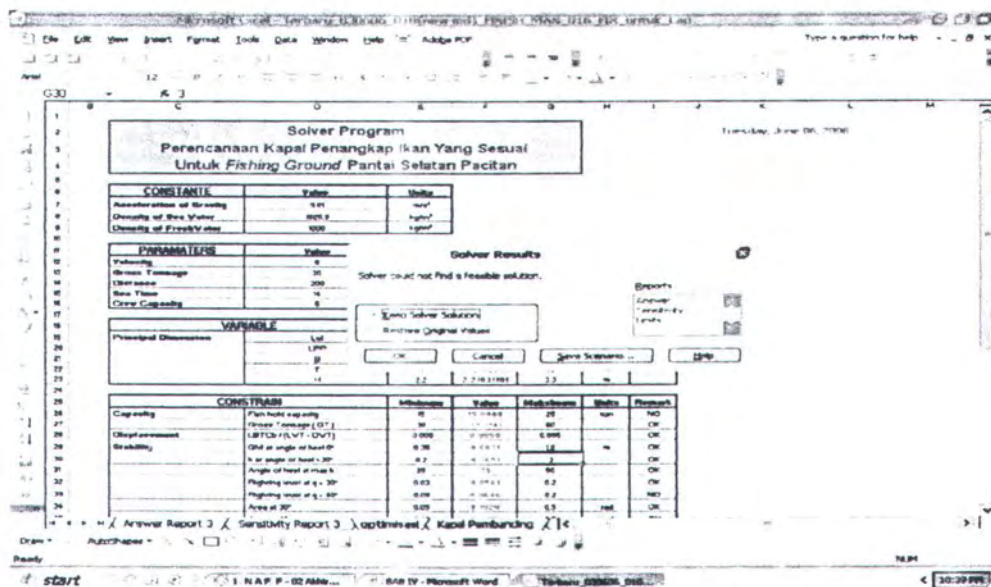
- Setelah semua langkah di atas dilakukan, selanjutnya adalah proses optimasi. Tekan tombol **Solve** pada *Solver Parameters*, selanjutnya computer akan mencari variabel-variabel yang memenuhi batasan-batasan yang ditentukan. Apabila solver telah menemukan hasil, maka solver akan





tersebut dianggap memenuhi karena kita memberikan toleransi yang besar, kondisi konvergen yang besar.

7. Apabila solver tidak menemukan jawaban, maka akan muncul pesan



Gambar 16. Hasil perhitungan Solver tidak menemukan solusi

#### 4.4 Hasil optimasi

Pada proses optimasi ini dilakukan dengan membuat variasi di kecepatan dan jarak tempuh. Variasi tersebut antara lain :

1) Kecepatan kapal ( $V$ ) = 7 knot

- Jarak tempuh = 100 mil
- Jarak tempuh = 150 mil
- Jarak tempuh = 200 mil

2) Kecepatan kapal ( $V$ ) = 8 knot

- Jarak tempuh = 100 mil
- Jarak tempuh = 150 mil

- Jarak tempuh = 200 mil

3) Kecepatan kapal (V) = 9 knot

- Jarak tempuh = 100 mil
- Jarak tempuh = 150 mil
- Jarak tempuh = 200 mil

Sebelum *runing solver* dilakukan, solver diberi batasan sebagai berikut :

- Jumlah iterasi = 5000
- Time trial = 9000 seconds
- Precisions = 0.00000000001
- Convergence = 0.00000000001
- Tolerance = 5 %

Solver dijalankan dengan melakukan variasi pada parameter, dan didapatkan hasil seperti table dibawah ini :

No	V (knot)	Jarak Operasi	Hasil Optimasi				Building Cost (Rupiah)	Keterangan
			Lpp (m)	B (m)	T (m)	H (m)		
1	7	100	17	4.96	1.55	2.24	470,464,035.48	Not Found
		150	17	4.96	1.55	2.24	470,470,021.13	Not Found
		200	16.99	4.96	1.55	2.24	470,417,985.53	Not Found
2	8	100	16.99	4.99	1.56	2.21	476,850,868.45	Found Solution
		150	16.99	4.99	1.57	2.2	477,262,884.64	Found Solution
		200	16.99	4.99	1.58	2.2	477,703,145.03	Found Solution
3	9	100	17.03	5.06	1.69	2.1	537,103,309.84	Not Found
		150	17.01	5.05	1.7	2.1	537,548,723.00	Not Found
		200	17.01	5.06	1.72	2.1	539,112,498.84	Not Found

Tabel 12. Hasil perhitungan *running solver*

Berdasarkan tabel di atas, dapat dilihat bahwa program akan mendapatkan solusi ketika parameter berada pada kecepatan 8 knot dengan jarak operasi 100, 150, 200 mil. Dari ukuran kapal tersebut dapat dilihat bahwa ukuran utama kapal yang



ditemukan adalah hampir sama, tetapi berbeda dibiaya pembuatannya ( *building cost* ). Hal ini disebabkan karena untuk ukuran kapal yang sama, biaya pembuatan lambung adalah sama tetapi berbeda pada biaya permesinan. Dengan jarak yang lebih jauh sedangkan waktu yang dibutuhkan untuk operasi adalah sama, maka akan diperlukan daya mesin yang lebih besar untuk jarak yang lebih jauh. Otomatis untuk mesin dengan daya yang lebih besar harganya akan lebih besar. Harga pengadaan kapal untuk jarak 100 mil, 150 mil dan 200 mil perbedaannya tidak terlalu jauh. Sehingga dipilih ukuran kapal untuk jarak operasi yang lebih jauh yaitu 200 mil.

#### 4.5 Penggambaran Rencana Garis

Bentuk lambung kapal ini mengacu pada bentuk lambung kapal pembanding yang sudah ada. Rencana garis ini digambar dengan bantuan *Software Autocad* dan *Software Maxsurf*. Bentuk lambung kapal didapat dengan melakukan *normalisasi* dari lambung kapal pembanding yang digunakan sebagai *Initial value*.

Dari hasil proses optimasi pada *Microsoft excell solver*, maka data-datanya adalah sebagai berikut :

Lpp	=	16.99	m
B	=	4.99	m
H	=	1.58	m
T	=	2.2	m
Vs	=	8	knot

$C_b$	=	0.5308
$C_m$	=	0.8319
$C_p$	=	0.638
$C_w$	=	0.7621
$L/B$	=	3.401
$B/H$	=	2.2644
$B/T$	=	3.1624
$H/T$	=	1.3966

Gambar rencana garis kapal ini dapat dilihat pada *lampiran*

#### 4.6 Perencanaan Hidrostatik dan Bounjean

##### 1) Lengkungan hidrostatik

Fungsi lengkung hidrostatik adalah untuk mengetahui sifat-sifat badan kapal yang tercelup didalam air, atau dengan kata lain untuk mengetahui sifat-sifat karena. Cara yang paling umum untuk menggambarkan lengkung-lengkung hydrostatik adalah dengan membuat dua sumbu saling tegak lurus. Sumbu mendatar adalah garis dasar kapal (base line) sedangkan garis vertikal menunjukkan sarat tiap water line yang dipakai sebagai titik awal pengukuran lengkung-lengkung hydrostatik.

Lengkung-lengkung hydrostatik digambar sampai sarat penuh dan tidak berlaku dan tidak berlaku untuk kapal dalam kondisi trim. Ada 19



lengkungan dalam lengkung hidrostatik, lengkung-lengkung tersebut adalah:

**a. Wate plan Area (WPA)**

WPA adalah luas bidang garis air yang telah kita rencanakan dalam lines plan dari tiap-tiap water line. Kemungkinan-kemungkinan bentuk WPA ditinjau dari bentuk alas kapal antara lain:

- Untuk kapal dengan rise of floor, pada 0 mWL luas garis air adalah nol. Karena luasan water line hanya berupa garis lurus (base line), sehingga lengkung WPA dimulai dari titik nol (0,0)
- Untuk kapal tanpa rise of floor, pada 0mWL ada luasan yang terbentuk pada garis dasar sehingga luas garis air tidak sama dengan nol.

$$WPA = 70.4564 \quad m^2$$

**b. Coefficient of water line (Cwl)**

Cwl adalah nilai perbandingan antara luas bidang garis air tiap water line dengan sebuah segi empat dengan panjang L dan B, dimana L adalah panjang maksimum dari tiap water line dan B adalah lebar maksimum dari tiap water line. Cwl dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Cwl = \frac{WPA}{L \times B} = 0.829$$

**c. Ton per Centrimetre Immersion (TPC)**

TPC adalah jumlah ton yang diperlukan untuk mengadakan perubahan sarat kapal sebesar 1 cm. Bila kita menganggap tidak ada perubahan luas garis air pada perubahan sarat sebesar 1 cm, atau pada perubahan 1 cm tersebut dinding kapal dianggap vertical. Jika kapal ditenggelamkan sebesar 1 cm, maka perubahan volume adalah hasil kali luas garis air dengan tebal pelat pada garis air tersebut. Dengan demikian penambahan volume dan berat dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Penambahan volume} = t \times WPA \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\text{Penambahan berat} = t \times WPA \times 1.025 = (\text{ton})$$

$$TPC = 0.7222 \text{ ton/cm}$$

**d. Midship of Section Area (MSA)**

MSA adalah luas moulded kapal pada section midship untuk tiap-tiap sarat kapal.

$$MSA = 8.032 \text{ m}^2$$

**e. Midship Coefficient (Cm)**

Cm adalah perbandingan luas penampang midship kapal dengan luas suatu penampang dengan lebar B dan tinggi T untuk tiap water line.

$$Cm = \frac{MSA}{B \times T} = 0.8728$$

**f. Block Coefficient (Cb)**

Cb adalah perbandingan isi careen dengan balok dengan



panjang  $L$ , lebar  $b$ , dan tinggi  $T$ . hal ini juga berlaku untuk tiap-tiap water line. Dengan demikian  $C_b$  dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$C_b = \frac{\nabla}{L \times B \times T} = 0.5308$$

**g. Transverse Center of Buoyancy to Metacenter (TBM)**

TBM adalah jarak titik tekan buoyancy (gaya tekan keatas) secara melintang terhadap titik metacentra, satuannya dalam meter (m).

**h. Prismatic Coefficient ( $C_p$ )**

$C_p$  adalah perbandingan volume careen dengan volume prisma dengan luas penampang midship kapal dan panjang  $L$ . dengan perhitungan lebih lanjut  $C_p$  dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$C_p = \frac{\nabla}{M_{SA} \times L} = \frac{C_b}{C_m} = 0.638$$

**i. Moment to Change Trim One Centimeter (MTC)**

MTC adalah momen yang diperlukan untuk mengadakan trim sebesar 1 cm, satuannya dalam ton meter. Secara matematis MTC dirumuskan sebagai berikut:

$$MTC = \frac{LBM \times \Delta}{100 \times l_{pp}} = 0.8878 \text{ ton. M}$$

**j. Displacement due to One Centimeter of Trim by Stern (DDT)**

DDT adalah besarnya perubahan displacement kapal yang

diakibatkan oleh perubahan trim kapal sebesar 1 cm.

Perumusan DDT adalah sebagai berikut:

$$DDT = \frac{\phi F_x TPC}{L_{pp}} = -0.0041 \text{ ton}$$

**k. Displacement ( $\Delta$ )**

Displasemen adalah berat air laut yang dipindahkan karena adanya volume badan kapal yang tercelup ke dalam air (karene), termasuk juga akibat tambahan adanya pelat karene. Jadi displasemen disini adalah penjumlahan dari displasemen moulded dengan shell displacement.

$$\Delta = 77.6564 \text{ ton}$$

**l. Displement moulded ( $\Delta_{\text{moulded}}$ )**

Displacement moulded adalah berat air laut yang dipindahkan karena adanya volume karene tanpa kulit.

Nilai ini didapat dari perkalian volume karene dengan berat jenis air laut yaitu 1.025

$$\Delta_{\text{moulded}} = 77.5440 \text{ ton}$$

**m. Wetted Surface Area (WSA)**

WSA adalah luas permukaan badan kapal yang tercelup dalam air pada setiap water linenya. WSA didapat dari jumlah perkalian *half girth* dengan factor luas pada setiap station dan setiap water linenya. Secara matematis dirumuskan sebagai berikut:

$$WSA = 94.820 \text{ m}^2$$



**n. Shell Displacement**

Shell displacement adalah berat air laut yang dipindahkan karena adanya kulit/pelat pada karene. Semua satuan displasemen dalam ton.

$$\text{Shell Displacement} = 3.8876 \text{ ton}$$

**o. Longitudinal Center of Buoyancy to Metacenter (LBM)**

LBM adalah jarak titik tekan buoyancy secara memanjang terhadap titik metacentra. Satuannya dalam meter.

**p. Longitudinal of Keel to Metacenter (LKM)**

LKM adalah letak metacentra memanjang terhadap lunas kapal untuk tiap-tiap sarat kapal. Satuannya dalam meter. LKM didapat dari penjumlahan LBM dengan KB.

$$LKM = 19.4807 \text{ m}$$

**q. Longitudinal Center of Buoyancy (Lcb)**

Lcb adalah jarak titik tekan buoyancy terhadap penampang midship kapal untuk setiap sarat kapal. Satuannya dalam meter. Tanda (-) dan positif (+) menunjukkan letaknya ada didepan midship (+) dan di belakang midship (-).

$$\Phi B = -0.5218 \text{ m}$$

**r. Longitudinal Center of Flotation (Lcf)**

Lcf adalah jarak titik berat garis air terhadap penampang tengah kapal untuk setiap sarat kapal. Satuannya adalah meter. Tanda

(-) dan positif (+) menunjukkan letaknya ada didepan midship  
(+) dan di belakang midship (-).

$$\Phi F = -1.1909 \text{ m}$$

**s. Keel to Center of Buoyancy (KB)**

KB adalah jarak titik tekan buoyancy ke lunas kapal. Satuannya dalam meter (m)

$$KB = 0.9947 \text{ m}$$

**t. Transverse of Keel to Metacenter (TKM)**

TKM adalah letak titik metacentra melintang terhadap lunasa kapal untuk tiap-tiap water linenya. Satuannya dalam meter.

$$TKM = 2.3275 \text{ m}$$

**2) Lengkungan bonjean**

Lengkungan bonjean adalah kurva/grafik yang menunjukkan luas station sebagai fungsi sarat. Bentuk lengkungan ini mula-mula diperkenalkan oleh seorang sarjana dari perancis yang bernama *Bonjean* pada abad ke-19.

Jadi untuk menghitung luas station sampai setinggi sarat yang diinginkan dapat dibaca pada lengkung-lengkung bonjean dengan menarik garis mendatar hingga memotong lengkung bonjean pada station dan sarat yang diinginkan.

Pada umumnya lengkung bonjean cukup digambarkan sampai dengan geladak tepi kapal (upper deck side line) sepanjang kapal.



Lengkungan bonjean berfungsi untuk mendapatkan volume dan displacemet tanpa kulit pada setiap sarat yang dikehendaki, baik kapal dalam keadaan even-keel maupun trim da juga pada saat kapal terkena gelombang.

Proses pengerjaan dan hasil dari perhitungan hidrostatik dan bounjean secara lengkap dapat dilihat pada *lampiran*

#### 4.7 Perhitungan stabilitas

Perhitungan untuk mencari besarnya lengan stabilitas kapal dari ukuran utama kapal dan koefisien-koefisiennya)

Perhitungan Stabilitas disini membutuhkan data-data sebagai berikut:

- $L_{wl}$  = 17.509 m
- Lebar kapal (B) = 4.99 m
- Sarat kapal (T) = 1.58 m
- Tinggi kapal (H) = 2.21 m
- Tinggi sheer depan ( $S_F$ ) = 0.78 m
- Tinggi sheer belakang ( $S_A$ ) = 0.38 m
- $\Delta_0$  (displacement kapal) = 76.32 ton
- $L_d$  (Panjang bangunan atas) = 4.86 m
- $d$  (Tinggi bangunan atas) = 2.4 m
- Koefisient block ( $C_b$ ) = 0.5308
- Coeficient Water line ( $C_w$ ) = 0.7621
- Koefisient midship pada saat sarat ( $C_x$ ) = 0.8728

- Koefisien prisma melintang pada saat sarat ( $C_{PV}$ ) = 0.6323
- Water plane area ( $A_0$ ) = 790.5925 ft<sup>2</sup>
- $A_M$  (area of immersed midship section) = 74.1097 ft<sup>2</sup>
- $A_2$  (area of vertical centerline plane to depth D) = 553.7331 ft<sup>2</sup>
- Mean sheer (S) = 146.1168 ft
- D (Mean Depth) = 9.7841 ft
- F (Mean Freeboard) = 4.5994 ft
- $A_1$  (WPA pada saat di ketinggian H) = 798.498 ft<sup>2</sup>

Dengan data-data diatas, dapat dihitung besarnya lengan stabilitas, yaitu:

- $\Delta_T = \Delta_0 + (((A_0 + A_1)/2) \times F/35) = 133.805 \text{ Ton}$
- $\delta = \frac{\Delta_T}{2} - \Delta_0 = -9.42 \text{ Ton}$
- $C_W' = \frac{A_2}{L \times D} = 0.9852$
- $C_W'' = C_W' - \frac{140\delta}{B \times D \times L} \times (1 - C_{PV}') = 0.9159$
- $C_X' = \frac{A_M + B \times F}{B \times D} = 0.9325$
- $C_{PV}' = \frac{35\Delta_T}{A_2 \times B} = 0.5594$
- $GG' = KG' - KG = -1.666 \text{ ft}$
- $KG = C_{KG} \times D_M, C_{KG} = 5.9613 \text{ ft}$
- $KG' = \frac{D(1 - h_1)\Delta_T - \delta}{2\Delta_0} = 4.295$  ;  $h_1 = 0.492$ , lihat gambar A.14 untuk

$C_{PV}'$  dan  $f_1$  (Bernhart and Thewlus, 1956)





- $f_1 = \frac{D(1 - (A_0 / A_1))}{2F(1 - C_{PV})} = 0.0286$
- $G'B_0 = KG' - KB_0 = 1.5473 \text{ ft}$
- $KB_0 = (1 - h_0)H = 2.7478 \text{ ft}$ ;  $h_0 = 0.47$ , lihat gambar A.14 untuk  $C_{PV}$  dan  $f_0$  (*The Theory and Technique of Ship Design*, George C. Manning, D. Sc"hal 254)
- $f_0 = H((A_1/A_0)-1) = 0.0153$
- $G'B_{90} = \frac{\Delta_7 h_2 B}{4\Delta_0} - \frac{17.5\delta^2}{\Delta_0(A_2 - 70(\delta/B)(1 - C_{PV}))} = 3.3737$ ,  $h_2 = 0.47$ , lihat gambar A.14 untuk  $C_{PV}$  dan  $f_2$  (*The Theory and Technique of Ship Design*, George C. Manning, D. Sc"hal 254)
- $f_2 = 9.1(C_x' - 0.89) = 0.3875$
- $G'M_0 = KB_0 + BM_0 - KG' = 4.1395$
- $B_0M_0 = \frac{C_1 LB_w^3}{35\Delta_0} = 5.6867$ ,  $C_1 = 0.06$ , lihat gambar A.15, line 1 untuk  $C_w$  (*The Theory and Technique of Ship Design*, George C. Manning, D. Sc"hal 255)
- $G'M_{90} = BM_{90} - G'B_{90} = -1.3371$
- $BM_{90} = \frac{C_1' LD^3}{35\Delta_0} + \frac{L_d dD^2}{140\Delta_0} = 2.0366$ ,  $C_1' = 0.08$ , lihat gambar A.15 garis 1 untuk  $C_w$  (*The Theory and Technique of Ship Design*, George C. Manning, D. Sc"hal 255)
- $GM_0 = KB_0 + B_0M_0 - KG = 2.4731$
- $GZ = G'Z' + GG'\sin\phi = 1.1465$ ,  $\phi = 30$

- $G'Z' = b_1 \sin 2\phi + b_2 \sin 4\phi + b_3 \sin 6\phi = 1.9756$
- $b_1 = \frac{9(G'B_{90} - G'B_0)}{8} - \frac{G'M_0 - G'M_{90}}{32} = 1.9356$
- $b_2 = \frac{G'M_0 + G'M_{90}}{8} = 0.3502$
- $b_3 = \frac{3(G'M_0 - G'M_{90})}{32} - \frac{3(G'B - G'B_0)}{8} = -0.1714$

$\phi$	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
sin 1 $\phi$	0.00	0.09	0.17	0.26	0.34	0.42	0.50	0.57	0.64	0.71	0.77	0.82	0.87	0.91	0.94	0.97	0.98	1.00	1.00
sin 2 $\phi$	0.00	0.17	0.34	0.50	0.64	0.77	0.87	0.94	0.98	1.00	0.98	0.94	0.87	0.77	0.64	0.50	0.34	0.17	0.00
sin 4 $\phi$	0.00	0.34	0.64	0.87	0.98	0.98	0.87	0.64	0.34	0.00	0.34	0.64	0.87	0.98	0.98	0.87	0.64	0.34	0.00
sin 6 $\phi$	0.00	0.50	0.87	1.00	0.87	0.50	0.00	0.50	0.87	1.00	0.87	0.50	0.00	0.50	0.87	1.00	0.87	0.50	0.00
GG' sin 1 $\phi$	0.00	0.22	0.43	0.64	0.84	1.04	1.23	1.42	1.59	1.74	0.77	0.82	0.87	0.91	0.94	0.97	0.98	1.00	1.00
b1 sin 2 $\phi$	0.00	0.41	0.81	1.18	1.52	1.81	2.04	2.22	2.32	2.36	0.98	0.94	0.87	0.77	0.64	0.50	0.34	0.17	0.00
b2 sin 4 $\phi$	0.00	0.14	0.26	0.35	0.40	0.40	0.35	0.26	0.14	0.00	0.34	0.64	0.87	0.98	0.98	0.87	0.64	0.34	0.00
b3 sin 6 $\phi$	0.00	0.14	0.25	0.29	0.25	0.14	0.00	0.14	0.25	0.29	0.87	0.50	0.00	0.50	0.87	1.00	0.87	0.50	0.00
GZ (ft)	0.00	0.19	0.39	0.61	0.83	1.02	1.16	1.21	1.12	0.90	0.54	0.62	0.87	1.19	1.46	1.60	1.55	1.33	1.00

Tabel 13. Tabel Perhitungan Lengan Stailitas Awal

#### Persyaratan Stabilitas

- Tinggi Metacentre (MG) pada sudut oleng  $0^\circ$  untuk *single deck*: tidak boleh kurang dari ( $\geq$ ) 0.35 m, hasil optimasi MG = 0.6118 m (memenuhi)
- Lengan statis (GZ) pada sudut oleng  $> 30^\circ$  tidak boleh kurang dari ( $\geq$ ) 0.20 m, hasil optimasi GZ = 0.3539 m (memenuhi)
- Lengan stabilitas statis (GZ) maksimum harus terjadi pada sudut oleng sebaiknya lebih dari ( $\geq$ )  $30^\circ$  dan tidak boleh kurang dari  $25^\circ$ , hasil optimasi GZ maks terjadi pada sudut  $35^\circ$  (memenuhi)



- Luasan bidang yang terletak dibawah lengkung lengan statis (GZ) diantara sudut oleng  $30^\circ$  dan  $40^\circ$  tidak boleh kurang dari  $(\geq) 0.03$  m radian, hasil optimasinya adalah 0.0538 m (memenuhi)
- Luasan kurva dibawah lengkung lengan statis (GZ) tidak boleh kurang dari  $(\geq) 0.055$  m radian sampai dengan  $30^\circ$  sudut oleng, hasil optimasinya adalah 0.0964 m
- Luasan kurva dibawah lengkung lengan statis (GZ) tidak boleh kurang dari  $(\geq) 0.09$  m radian sampai dengan  $40^\circ$  sudut oleng, hasil optimasinya adalah 0.149 m (memenuhi)
- Periode oleng yang terjadi harus  $\geq 5$  dan tidak boleh lebih  $(\leq) 9$  detik, hasil optimasinya adalah 5.7722 detik (memenuhi)

Proses pengerjaan dan hasil dari perhitungan stabilitas secara menyeluruh dapat dilihat pada *lampiran*

#### 4.8 Penggambaran Rencana Umum

Setelah penggambaran rencana garis (lines plan) selesai selanjutnya dilakukan penggambaran rencana umum. Langkah-langkah pengerjaannya sebagai berikut:

##### 4.8.1 Penentuan daya Mesin

###### 4.8.1.1 Perhitungan Tahanan Total ( $R_t$ )

Perhitungan Tahanan disini mengacu pada metode yang dipupulerkan oleh (Holtrop and mennen's, 1988)

$$R_T = \frac{1}{2} \rho V^2 S_{tot} [C_F(1+k) + C_A] + \frac{R_W}{W} W$$

#### 4.8.1.1.a Menentukan Koefisien Tahanan Gesek

Untuk koefisien tahanan gesek, dilakukan pendekatan dengan menggunakan formula ITTC 1957 :

$$C_F = \frac{0.075}{(\log_{10} Rn - 2)^2}$$

$$F_n = \frac{v_s}{\sqrt{g \times L_{WL}}}$$

$$F_n = 0.3140$$

Untuk  $F_n \leq 0.4$  , maka nilai  $Rn$  adalah :

$$R_n = \frac{VL}{\nu}$$

$$R_n = 60635841$$

$$\text{Sehingga } C_F = 0.0022$$

#### 4.8.1.1.b Menentukan Form Factor

Form factor adalah bentuk-bentuk yang dapat mempengaruhi tahanan kapal. Bentuk ini biasanya dipengaruhi oleh tonjolan dan banyaknya lubang yang terdapat pada lambung kapal, seperti misalnya *skeg*, *sea chest* ataupun *bilge keel*.

a) *Form factor* untuk badan kapal dinotasikan dalam  $1 + k_1$

$$1 + k_1 = 0.93 + 0.4871 c (B/L)^{1.0681} (T/L)^{0.4611} (L/L_R)^{0.1216} (L^3/V)^{0.3649} (1 - C_p)^{-0.6042} \dots\dots (PNA Vol II, Pg 90)$$

$c$  = koefisien *after body*

$$= 1 + 0.011 C_{\text{stern}}$$

Koefisien  $C_{\text{stern}}$  dapat dilihat pada tabel di bawah ini :



Specific shape of afterbody	$C_{stern}$
Pram with gondola	-25
V - shaped sections	-10
Normal section shape	0
U - shape sections with Hogner stern	10

Tabel 14. Koefisien  $C_{stern}$ 

$$L_R / L = 1 - C_p + 0.06 C_p L_{cb} / (4 C_p - 1)$$

$$1 + k_1 = 1.3495$$

b) *Form factor* untuk tonjolan yang lain  $1 + k_2$

Koefisien ini merupakan akibat pengaruh tonjolan pada lambung kapal dibawah permukaan garis air ( PNA II, table 25 p.92 )

Part of appendages	Area	$1 + k_2$	$\Sigma$
Rudder behind skeg		1.5	
Rudder behind stern		1.5	0
Twin screw balance rudder		2.8	0
shaft bracket	0	3	0
skeg	0	2	0
strut bossing	0	3	0
hull bossing	0.136119	2	0.272238
Shaft	6.8	3	0
Stabilizer fins	0	2.8	0
Dome	0	2.7	0
Bilge keel	4.998	1.4	6.9972
	5.134199		7.269438

Tabel 15. Komponen dari appendages.

$$1 + k_2 = 1.4159$$

Jadi,

$$1 + k = (1 + k_1) + [(1 + k_2) - (1 + k_1)] S_{tonjolan} / S_{total}$$

$$S_w = 93.869 \quad m^3$$

$$S_{tonjolan} = 1.6804 \quad m^3$$

$$1 + k = 1.3506$$

**4.8.1.1.c Menentukan besarnya tahanan gelombang**

$$\frac{R_w}{W} = C_1 C_2 C_3 \times e^{m_1 \times F_n^d} + m_2 \cos(\lambda F_n^{-2})$$

**a) Koefisien  $m_1$** 

- untuk  $F_n \leq 0.4$

$$m_1 = 0.01404 L/T - 0.17525 V^{1/3} / L - 4.7932 B/L - C_5$$

- untuk  $F_n \geq 0.5$

$$m_1 = -7.2035 (B/L)^{0.3269} (T/B)^{0.6054}$$

$$C_5 = 8.0798 C_p - 13.8673 C_p^2 + 6.9844 C_p^3 \dots\dots C_p \leq 0.8$$

$$C_5 = 1.7301 - 0.7067 C_p \dots\dots C_p \geq 0.8$$

$$C_5 = 1.3241$$

$$m_1 = -2.5793$$

**b) Koefisien  $C_4$** 

- untuk  $B/L \leq 0.11$

$$C_4 = 0.2296 (B/L)^{0.3333}$$

- untuk  $0.11 \leq B/L \leq 0.25$

$$C_4 = B/L$$

- untuk  $B/L \geq 0.25$

$$C_4 = 0.5 - 0.0625 L/B$$

**c) Koefisien  $C_1$** 

$$C_1 = 2223105 C_4^{3.7861} (T/B)^{1.0796} (90 - i_E)^{-1.3757}$$

$i_E$  = sudut masuk

$$i_E = 29.4865^\circ$$



$$C_1 = 18.9668$$

d) Koefisien  $C_2$

$$C_2 = 1 \text{ (nilai 1 untuk kapal yang tidak mempunyai bulb)}$$

e) Koefisien  $C_3$

Karena pengaruh *stern cruiser* pada tahanan gelombang.

$$C_3 = 1 - 0.8A_T / (B T C_M)$$

$$C_3 = 0.9201$$

f) Koefisien  $C_6$

- untuk  $L^3/V \leq 512$

$$C_6 = -1.6939$$

- untuk  $512 \leq L^3/V \leq 1727$

$$C_6 = 1.69385 + ((L/V)^{1/3} - 8.0)/2.36$$

- untuk  $L^3/V \geq 1727$

$$C_6 = 0$$

g) Koefisien  $\lambda$

- untuk  $L/B \leq 12$

$$\lambda = 1.446 C_p - 0.03 L/B$$

- untuk  $L/B \geq 12$

$$\lambda = 1.446 C_p - 0.36$$

h) Koefisien  $m_2$

$$m_2 = C_6 0.4 e^{-0.034 F_n^{-2.9}}$$

$$m_2 = -0.678$$

i) parameter d

Untuk  $F_n \leq 0.4$ , nilai  $d = -0.9$

Sehingga nilai tahanan gelombang dapat dihitung dan nilai yang didapatkan adalah :

$$R_H/W = 0.0059$$

$$W = 779485.9$$

#### 4.8.1.1.d Menentukan nilai *model ship correlation allowance* ( $C_A$ )

$$C_A = 0.006 (L_{WL} + 100)^{-0.16} - 0.00205$$

$$C_A = 0.000749$$

Nilai tahanan total ( $R_T$ ) dapat ditentukan setelah semua nilai di atas didapatkan. Nilai tahanan total ( $R_T$ ) adalah :

$$\begin{aligned} R_T &= 7754.58 \quad N \\ &= 7.7546 \quad kN \end{aligned}$$

#### 4.8.2 Perhitungan *Effective Power* ( $P_E$ )

Perhitungan *Effective power* dilakukan untuk menentukan besarnya gaya dorong *trust deductin* yang diperlukan untuk meggerakkan kapal agar dapat mencapai kecepatan operasi seperti yang derencanakan.

- a. *Besarnya trust deduction (T)* dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (*PNA Vol. II*) :

$$R_T = (1 - t) T$$

$$T = R_T / (1 - t)$$

$$t = \text{trust deduction fraction}$$

$$t = k w$$



dimana ;

$k = 0.50$  to  $0.70$  for vessels equipped with stream line  
or contrarudders

$k = 0.70$  to  $0.90$  for vessels equipped with double-plate  
rudders attached to square rudders post

$k = 0.90$  to  $1.05$  for vessels equipped with old style  
single-plate rudders.

$w$  = wake friction yang harganya diambil dari Tabel 4,  
*PNA Vol II Pg.158*, dengan menggunakan  
interpolasi terhadap harga  $C_b$ .

Values of Wake Fraction from Taylor

Cb	Wake Fraction ( Taylor )	
	Twin Screw Ship	Single Screw Ship
0.50	-0.038	0.230
0.55	-0.021	0.234
0.60	0.007	0.243
0.65	0.045	0.260
0.70	0.091	0.283
0.75	0.153	0.314
0.80	-	0.354
0.85	-	0.400
0.90	-	0.477

Tabel 16. Values of Wake Friction Taylor

Sehingga didapatkan harga *trust deduction fraction* ( $t$ ) dan harga

Trust deduction ( $T$ ) sebesar:

$$t = 0.1860$$

$$T = 9.5262 \text{ kN}$$

$$V_A = 3.1586 \text{ m/s}$$

b. Perhitungan *Effective Power* ( $P_E$ ) mesin

$$P_E = R_T \times V$$

$$= 31.9116 \quad \text{hp}$$

$$P_T = T \times V_A$$

$$= 30.0894 \quad \text{hp}$$

$$P_D = P_E / \eta_p \text{ ( diasumsikan } \eta_p = 0.5 \text{ )}$$

$$= 53.186 \quad \text{hp}$$

$$\text{BHP} = P_D / \eta_s \text{ ( untuk kamar mesin dibelakang } \eta_s = 0.98 \text{ )}$$

$$= 54.2715 \quad \text{hp}$$

$$= 41 \quad \text{kW}$$

### 4.8.3 Penentuan LWT dan DWT

#### 4.8.3.a Perhitungan LWT

- Perhitungan komponen-komponen LWT untuk berat konstruksi didapatkan melakukan perhitungan persection/pos dengan menggunakan standar *Biro Klasifikasi Indonesia Peraturan Kapal Kayu 1996*. Dari hasil perhitungan didapatkan berat total konstruksi kapal seperti yang tercantum dalam tabel di bawah ini:

1	Berat Lambung		4110.7877
2	Berat Gading		1266.1037
3	Berat Sekat-sekat		2843.5815
4	Berat Geladak		2979.1486
5	Berat Bangunan Atas		24.6666
6	Berat Balok Geladak		651.3505
7	Berat Galar Balok + Kim		374.5147
8	Berat Pondasi Mesin		120.0500
9	Berat Pagar		468.3647
10	Berat Lunas + Linggi		1347.7915
11	Berat Penegar Sekat		668.1456
12	Berat Wrang		1.0428
13	Berat Tambahan		297.1110

Tabel 17. Berat konstruksi Kapal

$$\text{Berat total (W}_{\text{const}}) = 14855.5479 \text{ kg}$$



$$= 14.855 \quad \text{ton}$$

- Untuk berat *Outfitt dan Equipment* dilakukan dengan menggunakan pendekatan *Jhon Fyson (1986)*

$$\text{Outfitt } (W_{\text{out}}) = 50 \text{ kg/m}^3 \times \text{CUNO}$$

$$= 9.3741 \text{ ton}$$

$$\text{Equipment } (W_{\text{eq}}) = 8 \text{ kg/m}^3 \times \text{CUNO}$$

$$= 1.4998 \text{ ton}$$

- Untuk berat *Machinery* didapatkan dengan menggunakan rumus pendekatan *Jhon Fyson (1986)*

$$\text{Machinery } (W_{\text{m}}) = 15 \text{ kg/m}^3 \times \text{CUNO}$$

$$= 2.8122 \text{ ton}$$

- Berat cadangan

Berat cadangan diambil (7% - 10%) berat LWT yang lain. Untuk penelitian ini diambil nilai 10%.

$$W_{\text{res}} = 10\% (W_{\text{const}} + W_{\text{out}} + W_{\text{eq}} + W_{\text{m}})$$

$$= 2.8541 \text{ ton}$$

$$\text{Berat LWT total} = W_{\text{const}} + W_{\text{out}} + W_{\text{eq}} + W_{\text{m}} + W_{\text{res}}$$

$$= 34.4856 \quad \text{ton}$$

#### 4.8.3.b Perhitungan DWT

- Kebutuhan bahan bakar

Kebutuhan bahan bakar ditentukan dengan menggunakan rumus pendekatan dari buku "*Design of Small Fishing Vessels, Jhon Fyson 1986*"

$$W_{FO} = W_{FO} \text{ Main Engine} + W_{FO} \text{ Auxiliary Engine}$$

$$W_{FO} = 0.19 \text{ kg/HP/jam} + (0.1 - 0.2) \times W_{\text{bahan bakar}}$$

$$W_{FO} = 3.806 \text{ ton}$$

- Kebutuhan minyak pelumas

$$W_{\text{lumas}} = 0.1 W_{FO}$$

$$W_{\text{lumas}} = 0.0541 \text{ ton}$$

- Kebutuhan air tawar

$$W_{FW} = 20 \text{ Liter/Person/Days}$$

$$W_{FW} = 1.32 \text{ ton}$$

$$W_{\text{margin}} = 10\%$$

$$W_{FW} = 1.452 \text{ ton}$$

- Kebutuhan makanan (provisions)

$$W_{\text{provisions}} = 5 \text{ kg/person/days}$$

$$W_{\text{provisions}} = 0.42 \text{ ton}$$

$$W_{\text{margin}} = 10\%$$

$$W_{\text{provisions}} = 0.462 \text{ ton}$$

- Berat orang dan bawaan

$$W_{\text{orang dan bawaan}} = 100 \text{ kg/person}$$

$$W_{\text{orang dan bawaan}} = 0.6 \text{ ton}$$

- Berat ikan

Massa jenis ikan dalam ruangan yang menggunakan sistem pendingin es adalah  $0.5 \text{ ton/m}^3$ . Jadi berat muatan ( ikan + es ) dalam ruang muat adalah :



$$W_{\text{fish+es}} = \text{Volume Ruang Muat} * \rho_{\text{ikan}}$$

$$W_{\text{fish+es}} = 35.2443 \text{ ton}$$

$$W_{\text{fish}} = 26.43 \text{ ton}$$

- Berat pendingin ( es )

"Design of Small Fishing Vessels, Jhon Fyson 1985"

memberikan pendekatan bahwa setiap ton ikan diperlukan 0.5 ton

es.

$$W_{\text{es}} = W_{\text{fish+es}} - W_{\text{fish}}$$

$$W_{\text{es}} = 8.81 \text{ ton}$$

#### 4.8.4 Perencanaan Konstruksi Kapal

Perencanaan konstruksi untuk kapal penangkap ikan ini mengacu pada Peraturan Biro Klasifikasi Indonesia , Buku Peraturan Klasifikasi dan Konstruksi Kapal Laut untuk Kapal Kayu ( 1996 ).

##### a). Lunas kayu balok

Tinggi dan lebar lunas dalam dan luar terdapat dalam tabel 1a dan 1b ( lampiran ) dan tergantung dari angka penunjuk L ( B/3 + H ).

- $L ( B/3 + H ) = 65.8334$

- Untuk kapal yang mempunyai harga L ( B/3 + H ) lebih kecil dari 140, tidak perlu dipasang lunas dalam sedang untuk yang lebih besar harus dipasang.

- $l_{\text{lunas}} = 235 \text{ mm}$

- $t_{\text{lunas}} = 365 \text{ mm}$

**b). Linggi haluan dan buritan balok**

Tinggi dan lebar linggi haluan dan linggi buritan terdapat dalam tabel 1a dan 1b ( *lampiran* ).

- $l_{\text{linggi}} = 200 \text{ mm}$
- $\text{tebal}_{\text{linggi}} = 300 \text{ mm}$

**c). Gading – Gading**

Gading-gading kayu balok dapat dibuat berupa kayu balok tunggal dan berganda. Jarak antara gading satu dengan gading yang lain diukur dari tengah ke tengah gading-gading dan dapat dihitung dengan menggunakan tabel 6a dan 6b. Ukuran-ukuran gading ditentukan menurut tabel 3a s/d 3d.

- $l_{\text{gading}} = 410 \text{ mm}$
- $\text{tebal}_{\text{gading}} = 75 \text{ mm}$
- $\text{tinggi}_{\text{gading}} = 150 \text{ mm}$

**d). Wrang**

Gading-gading yang terputus pada lunas luar harus dihubungkan satu sama lain dengan menggunakan wrang. Wrang tersebut dibuat melewati sisi atas lunas luar, dimana tinggi di atas lunas luar dapat dihitung menurut tabel 4 dan tebal wrang harus sama dengan tebal gading. Panjang wrang diusahakan sepanjang mungkin dan sekurang-kurangnya sama dengan  $0,4 B'$  (  $B' = \text{lebar kapal setempat}$  ). Wrang dibawah pondasi harus diperkuat secukupnya.

- $\text{tebal}_{\text{wrang}} = 75 \text{ mm}$



**e). Berat Sekat-sekat dan penegar-penegar sekat**

Pada tiap kapal, kamar mesin, ruang akomodasi dan ruang muatan atau ruang ikan harus terpisah satu dengan yang lain dengan sekat kedap air. Kapal dengan panjang lebih dari 18 m di samping sekat tersebut harus juga mempunyai sekat tubrukan kedap air. Sekat harus diperkuat dengan penegar sekat. Tebal papan atau pelat baja sekat kedap air, jarak antara penegar dan modulus penampang penegar sekat vertikal, dapat dihitung menurut tabel 9a sampai 9d ( lampiran )

- Sekat ruang muat I, II dan III
  - $tebal_{sekat} = 55 \text{ mm}$
  - $l_{penegar} = 530 \text{ mm}$
- Sekat kamar mesin (depan)
  - $tebal_{sekat} = 55 \text{ mm}$
  - $l_{penegar} = 530 \text{ mm}$
- Sekat kamar mesin (belakang)
  - $tebal_{sekat} = 45 \text{ mm}$
  - $l_{penegar} = 530 \text{ mm}$

**f). Kulit luar**

Tebal kulit papan dapat dihitung dengan menggunakan tabel 6a dan 6b. Untuk lebar papan kulit luar dapat dibuat selebar mungkin, tetapi biasanya tidak boleh lebih dari :

- $lebar \text{ papan} = 15 + t/2 \text{ cm}$ 
  - $t = \text{tebal kulit luar}$

$$- l_{\text{kulit}} = 17.5 \quad \text{cm}$$

$$\blacksquare \text{ tebal}_{\text{kulit}} = 410 \quad \text{mm}$$

**g). Geladak**

Tebal papan geladak dapat dihitung menurut tabel 70 dan 7b (*lampiran*).

$$\blacksquare \text{ tebal}_{\text{ppnGld}} = 48 \quad \text{mm}$$

**h). Balok geladak**

Jarak rata-rata balok geladak dapat menurut peraturan, diukur dari tengah balok ke tengah balok lainnya dan dihitung menurut tabel 7a dan 7b (*lampiran*). Uuran balok geladak dapat dihitung menurut tabel 8a dan 8b (*lampiran*).

$$\blacksquare l_{\text{balok}} = 600 \quad \text{mm}$$

**i). Galar balok dan Galar kim**

Setiap kapal pada tiap sisinya sekurang-kurangnya harus mempunyai sebuah galar balok yang tidak terputus. Penyusunan ukuran-ukuran dari galar balok dan galar kim dapat dilihat dalam tabel 5a dan 5b.

$\blacksquare$  galar balok utama

$$- t_{\text{galar}} = 280 \quad \text{mm}$$

$$- \text{lebar}_{\text{galar}} = 58 \quad \text{mm}$$

$\blacksquare$  galar balok samping

$$- t_{\text{galar}} = 100 \quad \text{mm}$$

$$- \text{lebar}_{\text{galar}} = 100 \quad \text{mm}$$

$\blacksquare$  galar balok bawah



$$- t_{\text{galar}} = 175 \text{ mm}$$

$$- \text{lebar}_{\text{galar}} = 57 \text{ mm}$$

▪ galar kim

$$- t_{\text{galar}} = 230 \text{ mm}$$

$$- \text{lebar}_{\text{galar}} = 55 \text{ mm}$$

j). Pagar

Tinggi pagar untuk kapal yang panjangnya sampai 10 m harus 300mm dan sampai 12 m harus 400 mm dan kapal yang lebih besar sekurang-kurangnya 500 mm. Teal papan harus 0.7 x tebal papan kulit luar.

k). Pondasi mesin

Ukuran pondasi mesin tergantung pada tenaga penggerak motor, berat dan ukuran mesin getaran motor dan sebagainya. Uuran pemikul buur pondasi mesin dapat dihitung menurut tabel 11a.

$$- \text{tinggi} = 245 \text{ mm}$$

$$- \text{lebar} = 245 \text{ mm}$$

#### 4.8.5 Perhitungan Palkah Ikan

a). Palkah ikan I

Terdiri dari 2 ruangan yang dipisahkan dengan satu sekat memanjang. Dasar ruang muat terletak pada 400 mm dari dasar *base line*.

$$\text{Volume Ruang Muat I} = 16.56 \text{ m}^3$$

b). Palkah ikan II

Terdiri dari 2 ruangan yang dipisahkan dengan satu sekat memanjang.

$$\text{Volume Ruang Muat II} = 23.53 \quad \text{m}^3$$

c). Palkah ikan III

Terdiri dari 2 ruangan yang dipisahkan dengan satu sekat memanjang.

$$\text{Volume Ruang Muat III} = 30.06 \quad \text{m}^3$$

#### 4.8.6 Perhitungan Tangki – tangki

a). Tangki bahan bakar

Tangki bahan bakar dibagi 2 dan diletakkan di kamar mesin dengan ketinggian dasar tangki 1.1 m dari *base line*.

$$W_{FO} = 3.806 \quad \text{ton}$$

$$V_{FO} = 5.437 \quad \text{m}^3$$

b). Tangki air tawar

Tangki air tawar dibagi 2 bagian dan diletakkan di belakang kamar mesin. Tinggi dasar tangki dari *base line* adalah 1.1 m.

$$W_{FW} = 1.452 \quad \text{ton}$$

$$V_{FW} = 1.952 \quad \text{m}^3$$

c). Tangki sanitasi

Tangki sanitasi diletakkan di belakang kapal.

$$V_{TS} = 1.04 \quad \text{m}^3$$

d). Tangki *bait* ( umpan )

Diletakkan dibelakang kapal, di samping tangki sanitasi.



$$V_B = 1.04 \text{ m}^3$$

#### 4.8.7 Perlengkapan geladak

Nama perlengkapan :

- Hydraulic windlass ( for anchor ) = 1 buah
- Hydraulic longline = 1 buah
- Basket = 2 buah

#### 4.8.8 Ruang Akomodasi

- Tempat tidur terletak di depan sekat kamar mesin, dengan kapasitas untuk 4 orang ( crew ).
- Galey dan provisions diletakkan di belakang kapal ( *starboard* ), dan kamar mandi diletakkan dibelakang kapal ( *portside* )
- Tinggi ruangan dalam keadaan bebas adalah 2400 mm.

#### 4.8.9 Peralatan Kapal

- Peralatan keselamatan
  - Life jacket ( jumlah 7 buah )
  - Life buoy ( jumlah 1 buah )
- Peralatan pemadam kebakaran

Peralatan pemadam kebakaran yang dipakai adalah *portable foam type*, yang ditempat pada ruangan-ruangan sebagai berikut :

- Kamar tidur ( 2 buah )
- Kamar mesin ( 2 buah )
- Galey ( 1 buah )
- Ruang Kemudi ( 1 buah )

#### 4.8.10 Jangkar dan Tali Tambat

Penentuan jangkar dan tali tambat ditentukan berdasarkan angka penunjuk dair BKI Kapal Kayu, tabel 16.

$$Z = L(B+H) + \Sigma 0.5 / h$$

$l$  = panjang bangunan atas dan atau rumah geladak

$$= 5.74 \quad \text{m}$$

$h$  = tinggi bangunan atas

$$= 2.4 \quad \text{m}$$

$$Z = 118.7$$

- jumlah jangkar 2 buah
- berat satu jangkar 65 kg
- panjang rantai jangkar (total) 82.5 m
- diameter rantai 10 mm
- panjang tali tambat (total) 100 m
- beban putus 25 kN
- diameter 18 mm

#### 4.8.11 Peralatan Penangkap Ikan

Menurut Burhanudin (2002) Syarat-syarat dalam pemilihan bahan alat tangkap :

- Harga murah dengan tidak mengindahkan kualitas yang diinginkan
- Baik dalam keadaan basah maupun kering, *strength* tinggi yang berarti merupakan :
  - *Height tensile strength*



- Kemampuan mengikuti tarikan dan tetap kuat
- Tarikan fleksible dan tahan terhadap keausan
- Mempunyai tahanan yang baik terhadap abrasi
- Dapat mengatur kekuatan saat digunakan
- Mempunyai ukuran stabilitas yang baik dan tidak berubah ukuran dan bentuknya saat digunakan.
- Mempunyai daya absorpsi yang rendah sehingga penambahan berat sedikit saat jarring basah dan sebagai konsekuensi mudah dalam penangannya
- Mempunyai *specific gravity* rendah
- Tahan terhadap kerusakan dan oleh bahan kimia, minyak, bakteri dan serangga.
- Bentuk tetap pada temperatur yang tinggi
- Jaring maupun tali mampu menahan ikan dengan kuat saat menangkap ikan.

Untuk perencanaan kapal ini, alat tangkap yang digunakan adalah :

1. *Longliner*

Berdasarkan data-data yang dikumpulkan dari nelayan *longline* di Bali, untuk ukuran kapal 35 GT jumlah mata pancingnya adalah 1200 buah dengan panjang senar 650 m. Untuk kapal ini direncanakan 1500 buah mata pancing dengan panjang senar 850 m

2. *Gillnetter*

Direncanakan panjang *gillnet* adalah 100 yard.

#### 4.8.12 Isolasi Ruang Muat

Ruang palkah sebagai penyimpan muatan perlu diperhatikan, terutama kedapannya untuk menjaga kestabilan suhu ruangan agar mutu ikan tetap terjaga. Hal-hal yang perlu diperhatikan teknik pengisolasian (Burhanudin, 2002) :

1. *Settling* : pemasangan pada tempat yang direncanakan
2. *Fire resistant* : dinding kapal terbuat dari bahan yang tidak mudah terbakar
3. *Strength and Compressibility* : bahan isolasi harus mempunyai kekuatan yang cukup dan harus mampu menahan beban muatan
4. *Durability* : bahan isolasi harus mempunyai ketahanan yang cukup, agar tidak mudah rusak sehingga biaya perbaikan menjadi rendah
5. *Adour* : bahan ini tidak boleh berbau karena jika berbau akan mempengaruhi muatan
6. *Maisture absorption* : bahan isolasi tidak boleh terbuat dari bahan yang mudah menyerap air, karena hal tersebut akan memudahkan penghantaran panas

#### 4.8.13 Pendinginan Ruang Muat Kapal Ikan

Mengingat ikan tergolong pangan yang paling cepat membusuk maka diperlukan cara yang tepat untuk menjaga kesegarannya. Teknik refrigerasi terbukti mampu mengawatkan ikan dalam bentuk kesegaran yang paling dekat dengan kesegaran ikan yang baru saja di tangkap. Maka teknik refrigerasi diterapkan secara luas dan intensif pada setiap kegiatan sektor



perikanan. Dengan bentuk teknik refrigerasi, perikanan modern dunia dapat meningkatkan produksinya beberapa puluh juta ton selama 30 tahun terakhir (Burhanudin, 2002). Dalam perencanaan kapal ikan ini, di pilih system pendinginan terhadap ikan dengan menggunakan pendingin es.

#### 4.8.14 Gambar Rencanan Umum

Gambar rencana umum dapat dilihat pada *lampiran*.

### 4.9 Perhitungan Stabilitas Kapal Ikan

#### 4.9.1 Perhitungan Lc Diagram

Perhitungan stabilitas dalam penelitian ini menggunakan metode Krylov, yaitu dengan menghitung  $Y_a$  dan  $Y_b$  untuk setiap baji masuk dan keluar ketika kapal dimiringkan pada kondisi air tenang dengan sudut oleng  $0^\circ$ ,  $10^\circ$ ,  $20^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $40^\circ$ ,  $50^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $70^\circ$ ,  $80^\circ$ ,  $90^\circ$ . Perhitungan tersebut dilakukan untuk mendapatkan grafik Lc Diagram. Dalam perhitungan untuk mendapatkan Lc diagram, *waterline* dibuat menjadi 4 bagian, yaitu:

- 1)  $T_1 = 1.58 \text{ m}$
- 2)  $T_2 = 1.34 \text{ m}$
- 3)  $T_3 = 1.12 \text{ m}$
- 4)  $T_4 = 0.9 \text{ m}$



Perhitungan dan gambar Lc diagram dapat dilihat pada *lampiran*.

#### 4.9.2. Perhitungan Grafik Stabilitas

Grafik stabilitas didapatkan dengan melakukan pemuatan atau pembebanan pada kapal. Kapal dibebani dengan muatan oleh kapal sendiri seperti berat DWT dan LWT.

Untuk kondisi-kondisi perhitungan stabilitas diambil 4 kondisi, yaitu :

- 1) Kapal kosong, hanya berat konstruksi dan peralatan.
- 2) Kondisi II : Kapal berangkat ke *fishing ground* ( 100% bahan bakar, 100% air tawar, 100% provision, 100% es dan 0% muatan ).
- 3) Kondisi III : Kapal beroperasi ( 40 % muatan, 50 % bahan bakar, 50% air tawar, 50% provision ).
- 4) Kondisi IV : Kapal tiba dari *fishing ground* ( 100% muatan, 10% bahan bakar, 10% air tawar, 10% provision ).

Dari perhitungan untuk setiap kondisi tersebut di atas, akan didapatkan harga lengan stabilitas (  $h$  ) dan harga MG. Perhitungan stabilitas kondisi dan grafik stabilitas perkondisi dapat dilihat pada *lampiran*.

#### 4.9.3 Perhitungan Stabilitas Akibat Pengaruh Angin

Bagian kapal yang berada di atas permukaan air sangat berpengaruh terhadap stabilitas kapal ketika sedang beroperasi. Pengaruh angin terhadap stabilitas dihitung dengan menggunakan *formula* dari buku "Code on Intact Stability, IMO Resolutions 2002".

- 1) Kondisi I

Dari perhitungan didapatkan hasil :

- $P$  = 504 Pa
- $A$  = 46.367  $m^2$
- $Z$  = 2.34 m
- $\Delta$  = 34.485 ton
- $l_{wl}$  =  $PAZ / \Delta 1000$



$$= 0.1616$$

$$\blacksquare l_{w2} = 1.5 l_{w1}$$

$$= 0.2424$$

$$\blacksquare \theta_1 = 18.56^\circ$$

## 2) Kondisi II

$$\blacksquare P = 504 \text{ Pa}$$

$$\blacksquare A = 39.2 \text{ m}^2$$

$$\blacksquare Z = 1.8656 \text{ m}$$

$$\blacksquare \Delta = 60.8794 \text{ ton}$$

$$\blacksquare l_{w1} = PAZ / \Delta 1000$$

$$= 0.0617$$

$$\blacksquare l_{w2} = 1.5 l_{w1}$$

$$= 0.0925$$

$$\blacksquare \theta_1 = 16.289^\circ$$

## 3) Kondisi III

$$\blacksquare P = 504 \text{ Pa}$$

$$\blacksquare A = 37.86 \text{ m}^2$$

$$\blacksquare Z = 1.8456 \text{ m}$$

$$\blacksquare \Delta = 66.1989 \text{ ton}$$

$$\blacksquare l_{w1} = PAZ / \Delta 1000$$

$$= 0.0543$$

$$\blacksquare l_{w2} = 1.5 l_{w1}$$

$$= 0.0813$$

$$\theta_1 = 16.814^\circ$$

## 4) Kondisi IV

$$P = 504 \text{ Pa}$$

$$A = 36.507 \text{ m}^2$$

$$Z = 1.8478 \text{ m}$$

$$\Delta = 70.6790 \text{ ton}$$

$$l_{w1} = PAZ / \Delta 1000$$

$$= 0.049$$

$$l_{w2} = 1.5 l_{w1}$$

$$= 0.0735$$

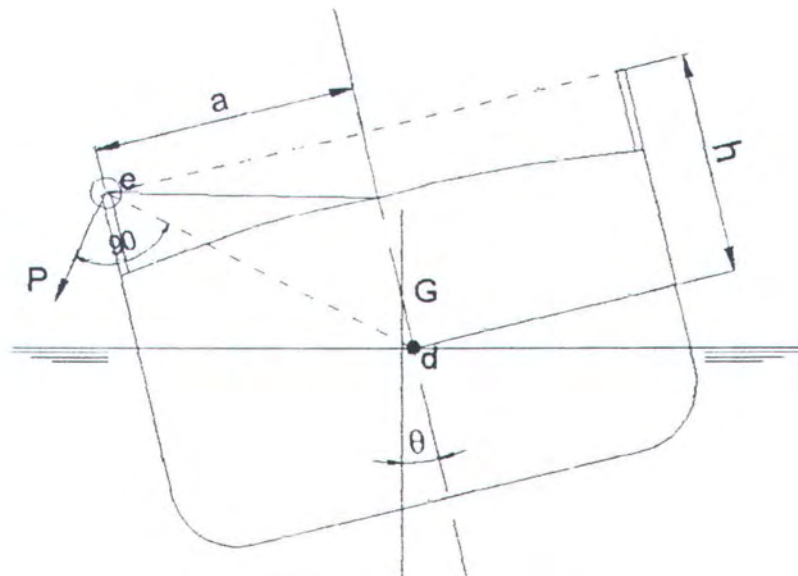
$$\theta_1 = 15.978^\circ$$

Hasil perhitungan dan gambar kurva stabilitas dapat dilihat pada *lampiran*.

#### 4.9.3 Perhitungan Stabilitas Akibat Alat Tangkap

Ketika kapal menarik jaring atau pancing, kapal akan mengalami kemiringan sebesar  $\phi$  dan akan menghasilkan momen *eksternal* sebesar  $M_e$ . Momen ini akan menambah momen yang menyebabkan kapal miring. Dengan adanya momen ini akan menyebabkan GZ kapal berkurang. Momen ini dipengaruhi oleh berat muatan yang ditarik, dalam hal ini berat dari jaring yang ditarik ( diasumsikan 1 ton ). Faktor lain yang berpengaruh sarat kapal pada kondisi tersebut, peletakan *line hauler* dan tinggi *line hauler*.





Momen yang dihasilkan dari gambar di atas adalah

$$M_e = P\sqrt{h^2 + a^2}$$

Untuk perhitungan stabilitas pada saat kapal menarik jaring/pancing, dilakukan perhitungan pada kondisi III, dengan data-data sebagai berikut :

$$\Delta = 66.198 \text{ ton}$$

$$t (\text{sarat}) = 1.448 \text{ m}$$

Untuk setiap kemiringan kapal sebesar  $10^\circ$ , jarak dari titik d ke e akan ikut berubah juga. Dari pengukuran hasil pengukuran pada body plan untuk kondisi III didapatkan jarak antara titik d ke e sebagai berikut :

$$- 0^\circ = 2.821 \text{ m}$$

$$- 10^\circ = 2.821 \text{ m}$$

$$- 20^\circ = 2.785 \text{ m}$$

$$- 30^\circ = 2.858 \text{ m}$$

$$- 40^\circ = 2.858 \text{ m}$$

- $50^\circ = 2.786 \text{ m}$
- $60^\circ = 2.844 \text{ m}$
- $70^\circ = 2.907 \text{ m}$
- $80^\circ = 3.107 \text{ m}$
- $90^\circ = 3.11 \text{ m}$

Sehingga didapatkan besar momen  $M_e$  dan lengan stabilitas untuk setiap sudut seperti yang terdapat dalam tabel dibawah ini :

$\varphi$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Jarak d~e	2.821	2.821	2.786	2.769	2.858	2.786	2.844	2.908	3.107	3.110
$M_e$	2.821	2.821	2.786	2.769	2.858	2.786	2.844	2.908	3.107	3.110
lengan h	0.047	0.047	0.046	0.046	0.047	0.046	0.047	0.048	0.051	0.051

Tabel 18. Hasil perhitungan  $M_e$  dan h akibat alat tangkap



## BAB V

### ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi yang dimaksud disini pada dasarnya adalah suatu analisa untuk menilai kelayakan suatu investasi dengan melihat profitabilitas dari investasi tersebut, dimana analisa ini akan dimulai dengan menaksir arus kas selama periode pinjaman ( 20 tahun ) dan kemudian menentukan tingkat bunga yang dipandang layak. Selanjutnya arus kas dan tingkat bunga tersebut digunakan untuk menilai Profitabilitas Investasi dengan menggunakan metode-metode *Net Present Value* (NPV).

Metode ini menghitung selisih antara nilai sekarang investasi dengan nilai sekarang penerimaan-penerimaan kas bersih ( operasional maupun terminal cash flow ) dimasa yang akan mendatang. Untuk menghitung nilai sekarang tersebut perlu ditentukan terlebih dahulu tingkat bunga yang dianggap relevan. Ada beberapa konsep untuk menghitung tingkat bunga yang dianggap relevan ini. Pada dasarnya tingkat bunga tersebut adalah tingkat bunga pada saat kita menganggap keputusan investasi masih terpisah dari keputusan pembelanjaan ataupun waktu kita mulai mengaitkan keputusan investasi dengan keputusan pembelanjaan. Apabila nilai sekarang penerimaan-penerimaan kas bersih dimasa yang akan datang lebih besar daripada nilai sekarang investasi, maka proyek ini dikatakan menguntungkan sehingga layak diterima, sedangkan apabila lebih kecil (NPV negatif ) maka proyek ditolak karena dinilai tidak menguntungkan.

Pada Tugas ahir ini penulis menganalisa kelayakan investasi pengadaan kapal penangkap ikan yang sesuai untuk daerah penangkapan Pacitan dengan ukuran utama yang telah didapatkan dari hasil optimasi.

### 5.1. Menaksir Arus Kas Investasi

#### ▪ *Arus kas Investasi*

Arus kas ini merupakan arus kas keluar (karena itu akan diberi tanda negatif), dan terjadi pada awal periode (tahun ke 0). Arus kas investasi terdiri dari :

- Biaya lambung kapal = Rp 161.273.274,17
- Biaya outfit dan peralatan = Rp 96.763.964,50
- Biaya permesinan = Rp 179.625000,00
- Biaya Alat Tangkap =Rp 80.254.500,00

Sehingga total Investasinya adalah Rp 517.916.783,67

#### ▪ *Arus kas operasional*

Arus kas ini merupakan arus kas yang terjadi karena operasional dari investasi tersebut. Biaya operasional kapal terdiri dari 2 komponen yaitu biaya tidak tetap (*variabel cost*) dan biaya tetap (*fixed cost*). Biaya tidak tetap adalah biaya yang dikeluarkan, dimana besarnya biaya ini berubah ubah sesuai dengan aktifitas. Biaya tidak tetap terdiri dari biaya bahan bakar, biaya pelumas dan biaya air tawar.

Biaya tetap adalah biaya rutin yang harus dikeluarkan oleh perusahaan, dimana biaya tersebut tidak banyak dipengaruhi oleh aktifitas perusahaan. Biaya



tetap terdiri dari biaya ABK, biaya asuransi, biaya investasi, biaya pemeliharaan dan perawatan kapal, biaya penyusutan.

Biaya operasional dari kapal ini sebagai berikut :

- *Biaya Tetap*

- ✓ Biaya angsuran + bunga bank (14.5%)  
= Rp 76.817.474,25
- ✓ Asuransi diasumsikan 1.5% dari biaya investasi  
= Rp 7.416.882,12
- ✓ Gaji dan Tunjangan ABK Rp 68.400.000,00
- ✓ Makanan ABK Rp 27.720.000,00
- ✓ Biaya perawatan kapal, asumsi 10% dari harga kapal  
Rp 49.445.880,79

Jadi Total Biaya Tetapnya adalah Rp 234.456.707,55/tahun

➤ *Biaya Variabel*

- ✓ Biaya bahan bakar
  - Jumlah HFO per trip = 3.018 ton
  - Harga HFO per liter = Rp.4.300
  - Biaya HFO per trip = Rp.12.977.983,26
  - Jumlah trip dalam 1 tahun = 22 kali
  - Biaya bahan bakar per tahun = Rp.285.515.631,60
- ✓ Biaya pelumas
  - Konsumsi pelumas per trip = 0.31 ton
  - Harga pelumas per liter = Rp. 10.000,00

Biaya pelumas per trip	= Rp. 3.176.984,88
Jumlah Trip per tahun	= 22
Biaya pelumas per tahun	= Rp.69.893.667,47
✓ Biaya air tawar	
Konsumsi air tawar per trip	= 1.45 ton
Harga air tawar per liter	= Rp.75
Biaya air tawar per trip	= Rp.108.900,00
Biaya air tawar per tahun	= Rp.2.395.800,00
✓ Biaya Tambat per tahun	= Rp. 779.593,94
✓ Biaya Bongkar Muat	= Rp. 3.876.876,44
✓ Biaya umpan <i>longline</i>	= Rp. 681.560.000,00
✓ Biaya Es	= Rp. 19.384.382,24

Jadi Total Biaya Variabel adalah **Rp 1.114.664.415,29/tahun**

**Total Biaya Operasional adalah Rp. 1.359.063.130,91/tahun**

▪ **Penyusutan**

Metode penyusutan yang dipakai adalah penyusutan garis lurus yang nilainya tetap selama umur ekonomis dari aktiva tetap yang bersangkutan. Penyusutan ini dapat dirumuskan :

$$\text{Penyusutan} = \text{nilai awal aktiva tetap} / \text{umur ekonomis}$$

Perkiraan umur kapal adalah 20 tahun dengan nilai awal aktiva tetap Rp 494.458.807,88

$$\text{Penyusutan per tahun} = \frac{494.458.807,88}{20} = \text{Rp } 24.722.940,39$$

▪ **Pinjaman**



Investasi awal sepenuhnya (100%) didapat dari pinjaman dengan suku bunga pinjaman sebesar 14.5% ( Arif Rahkman Hakim, 2005 ) dan dengan jangka waktu pengembalian (n = periode ) 20 tahun. Sehingga PMT (14.5%,14,5,- Rp 494.458.807,88) = Rp 76.817.474,25

#### ▪ *Pendapatan*

Pendapatan dari hasil investasi ini didapat dari hasil penjualan yang ditangkap pertrip, sehingga pendapatan pertahun denga trip 22 kali adalah muatan x jumlah trip pertahun x harga ikan yang ditangkap. Karena jumlah ikan yang ditangkap tidak selalu penuh (100%), maka jumlah tangkapan divariasikan dari 10% -100% dari muatan bersih. Untuk penggunaan alat tangkapnya divariasikan dengan asumsi :

- Penggunaan alat tangkap yang seimbang antara keduanya dalam setahun ( 11 kali menggunakan *gillnett* dan 11 kali menggunakan *longline* ).
- Penggunaan alat tangkap dengan perbandingan penggunaan 75% untuk *longline* dan 25% untuk *gillnet*.
- Penggunaan alat tangkap dengan perbandingan penggunaan 25% untuk *longline* dan 75% untuk *gillnet*.

#### ➤ *Gillnet*

Ketika kapal menggunakan alat tangkap *gillnet*, maka arus kas yang terjadi adalah :

- Pendapatan yang diterima

Untuk *gillnet* rata-rata harga ikan Rp 3.350,00/kg. Jumlah pendapatan yang diterima untuk sekali trip adalah Rp 3.350,00 x jumlah muatan untuk sekali trip.

Pb 10% muatan, pendapatan = Rp 125.290.000,00 /tahun

Pb 20% muatan, pendapatan = Rp 250.580.000,00 /tahun

Pb 30% muatan, pendapatan = Rp 375.870.000,00 /tahun

Pb 40% muatan, pendapatan = Rp 501.160.000,00 /tahun

Pb 50% muatan, pendapatan = Rp 626.450.000,00 /tahun

Pb 60% muatan, pendapatan = Rp 751.740.000,00 /tahun

Pb 70% muatan, pendapatan = Rp 877.030.000,00 /tahun

Pb 80% muatan, pendapatan = Rp 1.002.320.000,00 /tahun

Pb 90% muatan, pendapatan = Rp 1.127.610.000,00 /tahun

Pb 100% muatan, pendapatan = Rp 1.252.900.000,00 /tahun

#### ➤ *Longline*

Ketika kapal menggunakan *longline*, arus kas yang terjadi adalah :

- Pengeluaran untuk biaya umpan.

Umpan untuk *longline* diasumsikan seharga Rp 17.500. Jadi total biaya yang dikeluarkan untuk *longline* pertrip adalah sebesar Rp 17.500,00 x jumlah mata pancing = Rp 23.235.000,00

- Pendapatan yang diterima.

Untuk *longline* rata-rata harga ikan Rp. 7.750,00/kg. Jumlah pendapatan yang diterima untuk sekali trip adalah Rp 7.750,00 x jumlah muatan untuk sekali trip.



Pb 10% muatan, pendapatan = Rp 289.850.000,00 /tahun  
Pb 20% muatan, pendapatan = Rp 579.700.000,00 /tahun  
Pb 30% muatan, pendapatan = Rp 869.550.000,00 /tahun  
Pb 40% muatan, pendapatan = Rp 1.159.400.000,00 /tahun  
Pb 50% muatan, pendapatan = Rp 1.449.250.000,00 /tahun  
Pb 60% muatan, pendapatan = Rp 1.739.100.000,00 /tahun  
Pb 70% muatan, pendapatan = Rp 2.028.950.000,00 /tahun  
Pb 80% muatan, pendapatan = Rp 2.318.800.000,00 /tahun  
Pb 90% muatan, pendapatan = Rp 2.608.650.000,00 /tahun  
Pb 100% muatan, pendapatan = Rp 2.898.500.000 /tahun

a). Analisa NPV dan BEP dengan kombinasi alat tangkap 11 kali *longline* dan 11 kali *gillnet*.

Biaya operasi + umpan = Rp. 924.148.402,27 / tahun

Pendapatan

= 10 % total muatan

Pendapatan setelah pajak = Rp. -581.565.520,00 / tahun

NPV = Rp. -4.136.963.380,00

BEP - -

= 20 % total muatan

Pendapatan setelah pajak = Rp. -423.812.320,00 / tahun

NPV = Rp -3.054.740.220,00

BEP - -

## ▪ 30 % total muatan

Pendapatan setelah pajak = Rp. -266.059.120,00 / tahun

NPV = Rp -1.972.517.060,00

BEP = -

## ▪ 40% total muatan

Pendapatan setelah pajak = Rp. -108.305.920,00 / tahun

NPV = Rp -890.293.910,00

BEP = -

## ▪ 50% total muatan

Pendapatan setelah pajak = Rp. 40.447.280,00 / tahun

NPV = Rp 191.929.250,00

BEP = 10.47 tahun

## ▪ 60% total muatan

Pendapatan setelah pajak = Rp. 207.200.480,00 / tahun

NPV = Rp 1.274.152.400,00

BEP = 2.5 tahun

## ▪ 70% total muatan

Pendapatan setelah pajak = Rp. 364.953.680,00 / tahun

NPV = Rp 2.356.375.560,00

BEP = 1.42 tahun

## ▪ 80% total muatan

Pendapatan setelah pajak = Rp. 522.706.880,00 / tahun

NPV = Rp 3.438.598.720,00



BEP = 0.99 tahun

▪ 90% total muatan

Pendapatan setelah pajak = Rp. 680.460.080,00 / tahun

NPV = Rp 4.520.821.870,00

BEP = 0.76 tahun

▪ 100% total muatan

Pendapatan setelah pajak = Rp. 838.213.280,00 / tahun

NPV = Rp 5.603.045.030,00

BEP = 0.62 tahun.

b). Analisa NPV dan BEP dengan kombinasi alat tangkap 16 kali *longline* dan 6 kali *gillnet*.

Biaya operasi + umpan = Rp. 1.040.323.402.27 / tahun

Pendapatan

▪ 10 % total muatan

Pendapatan setelah pajak = Rp. -646.081.520,00 / tahun

NPV = Rp. -4.540.200.550,00

BEP = -

▪ 20 % total muatan

Pendapatan setelah pajak = Rp. -459.904.320,00 / tahun

NPV = Rp -3.262.982.230,00

BEP = -

▪ 30 % total muatan

Pendapatan setelah pajak = Rp. -273.727.120,00 / tahun



NPV = Rp -1.985.763.910,00

BEP = -

▪ 40% total muatan

Pendapatan setelah pajak = Rp. -87.549.920,00 / tahun

NPV = Rp -708.545.590,00

BEP = -

▪ 50% total muatan

Pendapatan setelah pajak = Rp. 98.627.280,00 / tahun

NPV = Rp 568.672.730,00

BEP = 5.25 tahun

▪ 60% total muatan

Pendapatan setelah pajak = Rp. 284.804.480,00 / tahun

NPV = Rp 1.845.891.050,00

BEP = 1.82 tahun

▪ 70% total muatan

Pendapatan setelah pajak = Rp. 470.981.680,00 / tahun

NPV = Rp 3.123.109.370,00

BEP = 1.10 tahun

▪ 80% total muatan

Pendapatan setelah pajak = Rp. 657.158.880,00 / tahun

NPV = Rp 4.400.327.690,00

BEP = 0.79 tahun

▪ 90% total muatan



Pendapatan setelah pajak = Rp. 843.366.080,00 / tahun

NPV = Rp 5.677.546.000,00

BEP = 0.61 tahun

▪ 100% total muatan

Pendapatan setelah pajak = Rp. 1.029.513.280,00 / tahun

NPV = Rp 6.954.764.320,00

BEP = 0.50 tahun.

c). Analisa NPV dan BEP dengan kombinasi alat tangkap 6 kali *longline* dan 16 kali *gillnet*.

Biaya operasi + umpan = Rp. 807.973.402.27 / tahun

Pendapatan

▪ 10 % total muatan

Pendapatan setelah pajak = Rp. -517.049.520,00 / tahun

NPV = Rp. -3.733.726.220,00

BEP = -

▪ 20 % total muatan

Pendapatan setelah pajak = Rp. -387.720.320,00 / tahun

NPV = Rp -2.846.498.210,00

BEP = -

▪ 30 % total muatan

Pendapatan setelah pajak = Rp. -258.391.120,00 / tahun

NPV = Rp -1.959.270.220,00

BEP = -

## ▪ 40% total muatan

Pendapatan setelah pajak = Rp. -129.061.920,00 / tahun

NPV = Rp -1.072.042.2200,00

BEP = -

## ▪ 50% total muatan

Pendapatan setelah pajak = Rp. 267.280,00 / tahun

NPV = Rp -184.814.230,00

BEP = -

## ▪ 60% total muatan

Pendapatan setelah pajak = Rp. 129.596.480,00 / tahun

NPV = Rp 702.413.760,00

BEP = 4 tahun

## ▪ 70% total muatan

Pendapatan setelah pajak = Rp. 258.925.680,00 / tahun

NPV = Rp 1.589.641.760,00

BEP = 2 tahun

## ▪ 80% total muatan

Pendapatan setelah pajak = Rp. 388.254.880,00 / tahun

NPV = Rp 2.476.869.750,00

BEP = 1.33 tahun

## ▪ 90% total muatan

Pendapatan setelah pajak = Rp. 517.584.080,00 / tahun

NPV = Rp 3.364.097.740,00



BEP = 1 tahun

- 100% total muatan

Pendapatan setelah pajak = Rp. 646.913.280,00 / tahun

NPV = Rp 4.251.325.740,00

BEP = 0.80 tahun.



## BAB VI

### KESIMPULAN

#### 6.1 Kesimpulan

##### 6.1.1. Analisa Teknik

Dari hasil optimasi dan analisa yang telah dilakukan, maka penulis dapat menarik kesimpulan yaitu:

- i. Ukuran utama kapal penangkap ikan adalah sebagai berikut :

Lpp	:	16.99	m
B	:	5.99	m
T	:	1.58	m
H	:	2.2	m
Vs	:	8	knot
Cb	:	0.5308	

2. Jumlah muatan maksimal yang dapat diangkut adalah sebesar 26.4 ton.
3. Ketika kapal dikenai beban angin sebesar 504 Pa, maka kapal masih dalam keadaan stabil.

##### 6.2.2. Analisa Ekonomi

Dari perhitungan segi ekonomis kapal, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Untuk membangun kapal penangkap ikan, dibutuhkan investasi awal sebesar Rp 517.916.738,67



2. Biaya investasi, biaya operasional dan pemasukan dari uraian pada bab sebelumnya dengan menggunakan metode NPV (*Net Present Value*) maka:

a). Untuk kombinasi penggunaan alat tangkap 11 kali *gillnet* dan 11 kali *longline* didapatkan hasil bahwa investasi akan kembali atau mencapai *break point* pada :

- Tahun ke 10 untuk jumlah tangkapan konstan 50%
- Tahun ke 2.5 untuk jumlah tangkapan konstan 60%
- Tahun ke 1.42 untuk jumlah tangkapan konstan 70%
- Tahun ke 0.99 untuk jumlah tangkapan konstan 80%
- Tahun ke 0.76 untuk jumlah tangkapan konstan 90%
- Tahun ke 0.62 untuk jumlah tangkapan konstan 100%

b). Untuk kombinasi penggunaan alat tangkap 6 kali *gillnet* dan 16 kali *longline* didapatkan hasil bahwa investasi akan kembali atau mencapai *break point* pada :

- Tahun ke 5.25 untuk jumlah tangkapan konstan 50%
- Tahun ke 1.82 untuk jumlah tangkapan konstan 60%
- Tahun ke 1.1 untuk jumlah tangkapan konstan 70%
- Tahun ke 0.79 untuk jumlah tangkapan konstan 80%
- Tahun ke 0.61 untuk jumlah tangkapan konstan 90%
- Tahun ke 0.50 untuk jumlah tangkapan konstan 100%

c). Untuk kombinasi penggunaan alat tangkap 16 kali *gillnet* dan 6 kali *longline* didapatkan hasil bahwa investasi akan kembali atau mencapai *break point* pada :

- Tahun ke 1.937 untuk jumlah tangkapan konstan 50%
- Tahun ke 4 untuk jumlah tangkapan konstan 60%
- Tahun ke 2 untuk jumlah tangkapan konstan 70%
- Tahun ke 1.33 untuk jumlah tangkapan konstan 80%
- Tahun ke 1 untuk jumlah tangkapan konstan 90%
- Tahun ke 0.8 untuk jumlah tangkapan konstan 100%

## 6.2. Saran

Mengingat masih banyaknya perhitungan yang dilakukan dengan pendekatan sederhana, maka penyempurnaan disarankan untuk melakukan beberapa proses perencanaan lebih lanjut mengenai :

- Perhitungan stabilitas kapal dilakukan dalam kondisi yang sebenarnya ketika beroperasi dilakukan lebih detail lagi dan dibandingkan dengan perhitungan yang lain.
- Perhitungan berat kapal dilakukan secara lebih teliti lagi, sehingga biaya produksi (pembangunan) kapal didapat lebih akurat. Diperlukan juga adanya detail konstruksi dan gambar produksi. Untuk biaya perlengkapan dan peralatan dilist satu persatu sehingga biaya untuk peralatan dan perlengkapan dapat diketahui secara akurat.



- Analisa tingkat kelayakan investasi tidak hanya menggunakan analisa NPV saja, tetapi juga menggunakan perhitungan tingkat kelayakan investasi dengan menggunakan metode lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Biro Klasifikasi Indonesia, *Buku Peraturan Klasifikasi dan Konstruksi Kapal Laut, Peraturan Kapal Kayu*, Indonesia, 1996
- Dinas Kelautan Perikanan dan Peternakan Kabupaten Pacitan, *Profil Kelautan dan Perikanan Kabupaten Pacitan*, Dinas Kelautan Perikanan dan Peternakan Kabupaten Pacitan, 2006
- Fyson, Jhon, *Design of Smaal Fishing Vessels*, FAO, Fishing News Books Ltd, England, 1985
- Manning, George C, *The Theory and Technique of Ship Design*, the Technology Pres of the Massachusetts of Thecnology and Jhon Willey & Son Inc, New York, 1956
- Lewis, Edward V, *Principles of Naval Architecture*, Second Revision, Volume II Resistance, Propulsion and Vibration, The Society of Naval Architects and Marine Engineers, Jersey City, 1988
- Gnash, Stepen G and SOFER, ARIELA, *Linear and Non Linear Programming*, The McGraw-Hill Companies, Inc, 1996
- Pujawan, I Nyoman, *Ekonomi Teknik*, edisi 1, PT guna widya, Jakarta, 1995
- Hakim, Arif R, *Analisa Teknis dan Ekonomis Perencanaan Kapal Ikan Multi Purpose*, Jurusan Teknik Perkapalan FTK ITS, 2005
- Murdiadi, Dedi, *Perancangan Armada Kapal Penangkap Ikan Jenis Rawai Tuna (tuna longline) Untuk Daerah Pantai Selatan Jawa Timur*, Jurusan Teknik Perkapalan FTK ITS, 2002
- Setijoprajudo, Ir, MSE, *Hand Out Kapal Ikan*, Fakultas Tenoloi Kelautan, ITS, Suabaya, 1998
- Code On Intact Stability for Passanger and Cargo Ships*, IMO, 2002
- Parsons, Michael G, *Parametric Design Chapter 11*
- <http://www.dkp.go.id>  
<http://www.solver.com>



Solver Program  
Perencanaan Kapal Penangkap Ikan Yang Sesuai  
Untuk *Fishing Ground* Pantai Selatan Pacitan

CONSTANTE	Value	Units
Acceleration of Gravity	9.81	m/s <sup>2</sup>
Density of Sea Water	1025.9	kg/m <sup>3</sup>
Density of FreshWater	1000	kg/m <sup>3</sup>

PARAMETERS	Value	Units
Velocity	8	knots
Gross Tonnage	30	tonnes
Distance	200	mil
Sea Time	14	days
Crew Capacity	6	persons

VARIABLE		Minimum	Value	Maksimum	Units	Remark
Principal Dimension	Lwl		18.49914602		m	
	LPP	15	16.99929796	20	m	OK
	B	4	4.99737742	6	m	OK
	T	1.4	1.580266197	1.9	m	OK
	H	2	2.206922701	3.3	m	OK

CONSTRAIN		Minimum	Value	Maksimum	Units	Remark
Capacity	Fish hold capacity	13	17.6222	30	ton	OK
	Gross Tonnage ( GT )	30	44.2394	60		OK
Displacement	LBTCb / (LWT + DWT)	-0.005	-0.0050	0.005		OK
Stability	GM at angle of heel 0°	0.35	0.7538	1.8	m	OK
	h at angle of heel >30°	0.2	0.3495	3		OK
	Angle of heel at max h	25	35	50		OK
	Righting level at q = 30°	0.03	0.0547	0.2		OK
	Righting level at q = 40°	0.054	0.0616	0.2		OK
	Area at 30°	0.05	0.1021	0.5	rad	OK
	Area at 40°	0.09	0.1517	0.5	rad	OK
	Rolling period	6	6.4916	9	s	OK
Comparison M. Dimension	L/B	3	3.4016	5		OK
	B/T	2	3.1624	3.2		OK
	B/H	1.5	2.2644	2.4		OK
	L/H	9	10.7572	11		OK
	H/T	1.15	1.3966	1.6		OK

COST		Value	Unit
Building Cost	Hull Construction Cost	161,273,274.17	Rp
	Machinery Cost	179,625,000.00	Rp
	Equipment+Outfit Cost	177,018,464.50	Rp
	<b>TOTAL BUILDING COST</b>	<b>517,916,738.67</b>	Rp
Fixed Cost	Crew Employ	72,000,000.00	Rp/Tahun
	Loan + Rate	71,522,091.64	Rp/Tahun
	Repair Cost	51,791,673.87	Rp/Tahun
	Cost of Port	3,876,876.45	Rp/Tahun
	Administration Cost	779,593.94	Rp/Tahun
	Insurance	7,768,751.08	Rp/Tahun
Variable Cost	Cost of Fuel Oil per Year	285,515,631.61	Rp/Tahun
	Cost of Lubricant Oil per Year	125,808,601.45	Rp/Tahun
	Cost of Fresh Water	21,780,182.24	Rp/Tahun
	Cost of Food & Cons. Per Year	27,720,000.00	Rp/Tahun
	<b>TOTAL OPERATION COST</b>	<b>668,563,402.27</b>	Rp/Tahun
Objective Function ( Minimum Cost )		1,186,480,140.94	Rupiah



Target Cell (Min)

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$E\$46	TOTAL BUILDING COST Value	519,550,524.20	517,916,738.67

Adjustable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$F\$19	LPP Value	17	16.99929796
\$F\$20	B Value	5	4.99737742
\$F\$21	T Value	1.6	1.580266197
\$F\$22	H Value	2.2	2.206922701

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$F\$25	Fish hold capacity Value	17.6222	\$F\$25<=\$G\$25	Not Binding	12.37783433
\$F\$26	Gross Tonnage ( GT ) Value	44.2394	\$F\$26<=\$G\$26	Not Binding	15.7606052
\$F\$27	LBTCb / (LWT + DWT) Value	-0.0050	\$F\$27<=\$G\$27	Not Binding	0.009999998
\$F\$28	GM at angle of heel 0o Value	0.7538	\$F\$28<=\$G\$28	Not Binding	1.046169188
\$F\$29	h at angle of heel >30o Value	0.3495	\$F\$29<=\$G\$29	Not Binding	2.650528769
\$F\$30	Angle of heel at max h Value	35	\$F\$30<=\$G\$30	Not Binding	15
\$F\$31	Righting level at q = 30o Value	0.0547	\$F\$31<=\$G\$31	Not Binding	0.145306733
\$F\$32	Righting level at q = 40o Value	0.0616	\$F\$32<=\$G\$32	Not Binding	0.138410675
\$F\$33	Area at 30o Value	0.1021	\$F\$33<=\$G\$33	Not Binding	0.397933026
\$F\$34	Area at 40o Value	0.1517	\$F\$34<=\$G\$34	Not Binding	0.348306159
\$F\$35	Rolling period Value	6.4916	\$F\$35<=\$G\$35	Not Binding	2.508383214
\$F\$36	L/B Value	3.4016	\$F\$36<=\$G\$36	Not Binding	1.598356192
\$F\$37	B/T Value	3.1624	\$F\$37<=\$G\$37	Not Binding	0.037635691
\$F\$38	B/H Value	2.2644	\$F\$38<=\$G\$38	Not Binding	0.135590187
\$F\$39	L/H Value	10.7572	\$F\$39<=\$G\$39	Not Binding	0.242763031
\$F\$40	H/T Value	1.3966	\$F\$40<=\$G\$40	Not Binding	0.203448771
\$F\$25	Fish hold capacity Value	17.6222	\$F\$25>=\$E\$25	Not Binding	4.6222
\$F\$26	Gross Tonnage ( GT ) Value	44.2394	\$F\$26>=\$E\$26	Not Binding	14.2394
\$F\$27	LBTCb / (LWT + DWT) Value	-0.0050	\$F\$27>=\$E\$27	Not Binding	0.0000
\$F\$28	GM at angle of heel 0o Value	0.7538	\$F\$28>=\$E\$28	Not Binding	0.4038
\$F\$29	h at angle of heel >30o Value	0.3495	\$F\$29>=\$E\$29	Not Binding	0.1495
\$F\$30	Angle of heel at max h Value	35	\$F\$30>=\$E\$30	Not Binding	10
\$F\$31	Righting level at q = 30o Value	0.0547	\$F\$31>=\$E\$31	Not Binding	0.0247
\$F\$32	Righting level at q = 40o Value	0.0616	\$F\$32>=\$E\$32	Not Binding	0.0076
\$F\$33	Area at 30o Value	0.1021	\$F\$33>=\$E\$33	Not Binding	0.0521
\$F\$34	Area at 40o Value	0.1517	\$F\$34>=\$E\$34	Not Binding	0.0617
\$F\$35	Rolling period Value	6.4916	\$F\$35>=\$E\$35	Not Binding	0.4916
\$F\$36	L/B Value	3.4016	\$F\$36>=\$E\$36	Not Binding	0.4016
\$F\$37	B/T Value	3.1624	\$F\$37>=\$E\$37	Not Binding	1.1624
\$F\$38	B/H Value	2.2644	\$F\$38>=\$E\$38	Not Binding	0.7644
\$F\$39	L/H Value	10.7572	\$F\$39>=\$E\$39	Not Binding	1.7572
\$F\$40	H/T Value	1.3966	\$F\$40>=\$E\$40	Not Binding	0.2466
\$F\$19	LPP Value	16.99929796	\$F\$19<=\$G\$19	Not Binding	3.000702042
\$F\$20	B Value	4.99737742	\$F\$20<=\$G\$20	Not Binding	1.00262258
\$F\$21	T Value	1.580266197	\$F\$21<=\$G\$21	Not Binding	0.319733803
\$F\$22	H Value	2.206922701	\$F\$22<=\$G\$22	Not Binding	1.093077299



\$F\$19 LPP Value	16.99929796	\$F\$19>=\$E\$19	Not Binding	1.999297958
\$F\$20 B Value	4.99737742	\$F\$20>=\$E\$20	Not Binding	0.99737742
\$F\$21 T Value	1.580266197	\$F\$21>=\$E\$21	Not Binding	0.180266197
\$F\$22 H Value	2.206922701	\$F\$22>=\$E\$22	Not Binding	0.206922701

Microsoft Excel 11.0 Sensitivity Report  
Worksheet: [Solver\_Sukses\_108\_2003.xls]optimisasi  
Report Created: 7/14/2006 3:21:53 PM

Adjustable Cells

Cell	Name	Final Value	Reduced Gradient
\$F\$19	LPP Value	16.99929796	0
\$F\$20	B Value	4.99737742	0
\$F\$21	T Value	1.580266197	0
\$F\$22	H Value	2.206922701	0

Constraints

Cell	Name	Final Value	Lagrange Multiplier
\$F\$25	Fish hold capacity Value	17.6222	0.0000
\$F\$26	Gross Tonnage ( GT ) Value	44.2394	0.0000
\$F\$27	LBTCb / (LWT + DWT) Value	-0.0050	0.0000
\$F\$28	GM at angle of heel 0o Value	0.7538	0.0000
\$F\$29	h at angle of heel >30o Value	0.3495	0.0000
\$F\$30	Angle of heel at max h Value	35	0
\$F\$31	Righting level at q = 30o Value	0.0547	0.0000
\$F\$32	Righting level at q = 40o Value	0.0616	0.0000
\$F\$33	Area at 30o Value	0.1021	0.0000
\$F\$34	Area at 40o Value	0.1517	0.0000
\$F\$35	Rolling period Value	6.4916	0.0000
\$F\$36	L/B Value	3.4016	0.0000
\$F\$37	B/T Value	3.1624	0.0000
\$F\$38	B/H Value	2.2644	0.0000
\$F\$39	L/H Value	10.7572	0.0000
\$F\$40	H/T Value	1.3966	0.0000
\$F\$25	Fish hold capacity Value	17.6222	0.0000
\$F\$26	Gross Tonnage ( GT ) Value	44.2394	0.0000
\$F\$27	LBTCb / (LWT + DWT) Value	-0.0050	0.0000
\$F\$28	GM at angle of heel 0o Value	0.7538	0.0000
\$F\$29	h at angle of heel >30o Value	0.3495	0.0000
\$F\$30	Angle of heel at max h Value	35	0
\$F\$31	Righting level at q = 30o Value	0.0547	0.0000
\$F\$32	Righting level at q = 40o Value	0.0616	0.0000
\$F\$33	Area at 30o Value	0.1021	0.0000
\$F\$34	Area at 40o Value	0.1517	0.0000
\$F\$35	Rolling period Value	6.4916	0.0000
\$F\$36	L/B Value	3.4016	0.0000
\$F\$37	B/T Value	3.1624	0.0000
\$F\$38	B/H Value	2.2644	0.0000
\$F\$39	L/H Value	10.7572	0.0000
\$F\$40	H/T Value	1.3966	0.0000



Microsoft Excel 11.0 Limits Report  
Worksheet: [Solver\_Sukses\_108\_2003.xls]Limits Report 1  
Report Created: 7/14/2006 3:21:54 PM

Cell	Target Name	Value
\$E\$46	TOTAL BUILDING COST Value	517,916,738.67

Cell	Adjustable Name	Value
\$F\$19	LPP Value	16.99929796
\$F\$20	B Value	4.99737742
\$F\$21	T Value	1.580266197
\$F\$22	H Value	2.206922701

Lower Limit	Target Result
16.99929796	517916738.7
4.99737742	517916738.7
1.580266197	517916738.7
2.205972763	517916738.7

Upper Limit	Target Result
17.00941401	518039704.5
5.000069472	518037383.1
1.580601488	517934687.6
2.206922701	517916738.7

Number Ordinat	0	0 05	0 1	0 15	0 2	0 25	0 3	0 35	0 4	0 45	0 5	0 55	0 6	0 65	0 7	0 75	0 8	0 85
-2																		
-1																		
AP																		
1																		
2																		
3																		
4							0 142	0 192	0 245	0 3	0 359	0 422	0 49	0 152	0 28	0 382	0 519	0 686
5			0 163	0 212	0 262	0 312	0 362	0 415	0 469	0 525	0 585	0 65	0 724	0 565	0 653	0 76	0 868	0 972
6	0 1	0 177	0 245	0 309	0 372	0 433	0 494	0 555	0 617	0 682	0 754	0 844	0 9370	1 029	1 12	1 209	1 297	1 38
7	0 1	0 202	0 287	0 366	0 442	0 516	0 589	0 663	0 741	0 83	0 938	1 037	1 1310	1 221	1 309	1 392	1 47	1 545
8	0 1	0 233	0 341	0 44	0 532	0 62	0 708	0 799	0 907	1 024	1 128	1 222	1 3110	1 395	1 475	1 55	1 621	1 689
9	0 1	0 27	0 413	0 536	0 648	0 754	0 861	0 984	1 104	1 208	1 302	1 388	1 4690	1 546	1 619	1 687	1 752	1 814
10	0 1	0 317	0 499	0 654	0 791	0 92	1 054	1 176	1 279	1 37	1 455	1 533	1 6080	1 678	1 745	1 807	1 866	1 922
11	0 1	0 374	0 602	0 79	0 953	1 102	1 228	1 333	1 424	1 508	1 585	1 658	1 7270	1 792	1 853	1 91	1 964	2 011
12	0 1	0 445	0 724	0 944	1 123	1 261	1 369	1 462	1 546	1 623	1 695	1 763	1 8270	1 887	1 943	1 996	2 043	2 083
13	0 1	0 526	0 859	1 105	1 272	1 389	1 486	1 572	1 649	1 72	1 788	1 851	1 9110	1 967	2 018	2 066	2 107	2 142
14	0 1	0 61	0 987	1 237	1 382	1 49	1 581	1 661	1 733	1 801	1 865	1 925	1 9810	2 033	2 08	2 123	2 159	2 191
15	0 1	0 689	1 096	1 33	1 462	1 564	1 651	1 728	1 798	1 863	1 924	1 982	2 0340	2 083	2 127	2 166	2 2	2 229
16	0 1	0 76	1 178	1 394	1 52	1 619	1 703	1 777	1 845	1 908	1 967	2 022	2 0730	2 119	2 16	2 197	2 229	2 257
17	0 1	0 815	1 236	1 438	1 561	1 657	1 739	1 811	1 877	1 939	1 996	2 049	2 0970	2 141	2 181	2 216	2 247	2 273
18	0 1	0 856	1 274	1 469	1 589	1 683	1 763	1 834	1 898	1 958	2 013	2 064	2 1100	2 153	2 191	2 225	2 255	2 281
19	0 1	0 884	1 298	1 488	1 606	1 698	1 777	1 845	1 908	1 965	2 019	2 068	2 1130	2 154	2 191	2 224	2 253	2 279
20	0 1	0 889	1 299	1 49	1 606	1 697	1 774	1 841	1 902	1 958	2 009	2 057	2 1010	2 141	2 177	2 21	2 239	2 285
21	0 1	0 853	1 25	1 455	1 575	1 668	1 746	1 813	1 874	1 929	1 981	2 028	2 072	2 112	2 149	2 182	2 212	2 239
22	0 1	0 762	1 147	1 384	1 518	1 617	1 698	1 768	1 83	1 886	1 938	1 986	2 03	2 071	2 108	2 142	2 173	2 201
23	0 1	0 654	1 021	1 283	1 442	1 55	1 637	1 71	1 774	1 831	1 884	1 932	1 977	2 018	2 057	2 092	2 123	2 153
24	0 1	0 539	0 882	1 154	1 345	1 468	1 562	1 639	1 706	1 766	1 819	1 869	1 914	1 957	1 995	2 031	2 064	2 095
25	0 1	0 448	0 749	1 009	1 22	1 366	1 47	1 554	1 625	1 688	1 743	1 794	1 841	1 884	1 924	1 961	1 995	2 027
26	0 1	0 391	0 641	0 872	1 077	1 243	1 363	1 455	1 532	1 598	1 656	1 708	1 756	1 801	1 842	1 88	1 915	1 948
27	0 1	0 351	0 559	0 755	0 938	1 103	1 239	1 342	1 425	1 496	1 557	1 612	1 662	1 707	1 75	1 789	1 825	1 859
28	0 1	0 317	0 49	0 656	0 814	0 963	1 099	1 215	1 306	1 382	1 447	1 505	1 557	1 604	1 648	1 688	1 726	1 761
29	0 1	0 287	0 431	0 57	0 705	0 835	0 959	1 075	1 175	1 257	1 327	1 388	1 443	1 492	1 537	1 578	1 617	1 653
30	0 1	0 259	0 379	0 496	0 61	0 721	0 829	0 933	1 034	1 123	1 197	1 261	1 318	1 369	1 418	1 459	1 498	1 535
31	0 1	0 234	0 334	0 431	0 527	0 621	0 713	0 804	0 893	0 982	1 06	1 127	1 187	1 24	1 288	1 332	1 372	1 41
32	0 1	0 208	0 291	0 373	0 453	0 533	0 611	0 688	0 765	0 842	0 92	0 989	1 05	1 104	1 153	1 198	1 239	1 277
33	0 1	0 18	0 249	0 316	0 383	0 45	0 516	0 582	0 647	0 713	0 78	0 847	0 907	0 961	1 011	1 056	1 097	1 136
34		0 143	0 198	0 254	0 309	0 365	0 421	0 477	0 534	0 59	0 647	0 704	0 761	0 813	0 861	0 906	0 947	0 986
35			0 141	0 188	0 235	0 283	0 331	0 379	0 427	0 475	0 523	0 571	0 619	0 665	0 709	0 75	0 79	0 828
36					0 121	0 158	0 2	0 243	0 288	0 333	0 378	0 422	0 465	0 506	0 544	0 581	0 618	0 654
37								0 103	0 131	0 166	0 204	0 242	0 281	0 319	0 354	0 385	0 416	0 447
38														0 126	0 157	0 185	0 209	0 233
39																		
FP																		



Water Line																		
0 9	0 95	1	1 05	1 1	1 15	1 2	1 25	1 3	1 35	1 4	1 45	1 5	1 55	1 6	1 65	1 7	1 75	1 8
												0 603	0 881	1 054	1 168	0 387	0 884	1 043
							0 44	0 744	0 935	1 086	1 194	1 282	1 357	1 424	1 486	1 543	1 596	1 645
				0 418	0 711	0 882	1 024	1 14	1 236	1 32	1 394	1 462	1 524	1 581	1 635	1 684	1 731	1 771
	0 481	0 696	0 848	0 976	1 088	1 187	1 275	1 355	1 429	1 497	1 559	1 617	1 67	1 719	1 768	1 809	1 846	1 877
0 804	0 925	1 034	1 133	1 225	1 309	1 387	1 461	1 529	1 592	1 649	1 702	1 751	1 797	1 841	1 881	1 915	1 944	1 969
1 072	1 167	1 255	1 338	1 416	1 489	1 559	1 622	1 679	1 732	1 78	1 826	1 869	1 909	1 946	1 978	2 005	2 03	2 051
1 28	1 362	1 44	1 514	1 583	1 648	1 706	1 758	1 807	1 852	1 894	1 933	1 971	2 005	2 035	2 061	2 085	2 106	2 125
1 458	1 532	1 602	1 668	1 728	1 781	1 83	1 874	1 916	1 955	1 991	2 026	2 059	2 087	2 112	2 135	2 155	2 173	2 19
1 615	1 682	1 744	1 8	1 849	1 894	1 935	1 974	2 01	2 044	2 076	2 107	2 134	2 158	2 18	2 2	2 217	2 233	2 248
1 753	1 812	1 864	1 91	1 952	1 991	2 027	2 06	2 092	2 122	2 151	2 177	2 201	2 221	2 24	2 257	2 272	2 286	2 299
1 871	1 92	1 964	2 003	2 04	2 073	2 105	2 135	2 163	2 19	2 215	2 238	2 258	2 277	2 293	2 308	2 321	2 333	2 344
1 969	2 011	2 049	2 083	2 115	2 145	2 173	2 2	2 225	2 249	2 271	2 291	2 309	2 325	2 339	2 352	2 364	2 374	2 383
2 051	2 088	2 121	2 151	2 179	2 206	2 231	2 255	2 278	2 3	2 319	2 337	2 352	2 366	2 379	2 39	2 4	2 408	2 416
2 119	2 151	2 18	2 207	2 233	2 257	2 28	2 302	2 322	2 342	2 359	2 375	2 389	2 401	2 412	2 421	2 43	2 437	2 443
2 174	2 203	2 229	2 254	2 277	2 299	2 32	2 34	2 359	2 377	2 392	2 406	2 419	2 429	2 439	2 447	2 454	2 46	2 465
2 22	2 246	2 271	2 293	2 315	2 335	2 354	2 372	2 39	2 406	2 42	2 432	2 443	2 453	2 461	2 468	2 474	2 478	2 482
2 256	2 28	2 303	2 324	2 344	2 362	2 38	2 397	2 413	2 428	2 441	2 452	2 462	2 471	2 478	2 484	2 489	2 5	2 5000
2 282	2 305	2 326	2 346	2 365	2 382	2 399	2 415	2 43	2 444	2 456	2 466	2 475	2 483	2 489	2 5	2 5	2 5	2 5000
2 298	2 32	2 34	2 359	2 377	2 394	2 41	2 425	2 439	2 452	2 464	2 474	2 482	2 489	2 5	2 5	2 5	2 5	2 5000
2 304	2 326	2 346	2 364	2 381	2 398	2 413	2 427	2 441	2 454	2 465	2 474	2 482	2 489	2 5	2 5	2 5	2 5	2 5000
2 302	2 323	2 343	2 361	2 377	2 393	2 408	2 422	2 435	2 448	2 458	2 468	2 475	2 482	2 487	2 5	2 5	2 5	2 5000
2 288	2 31	2 33	2 348	2 365	2 38	2 395	2 409	2 422	2 434	2 445	2 454	2 462	2 469	2 474	2 479	2 5	2 5	2 5000
2 263	2 285	2 306	2 325	2 342	2 358	2 373	2 388	2 401	2 413	2 424	2 434	2 442	2 449	2 455	2 46	2 464	2 467	2 47
2 226	2 25	2 271	2 291	2 31	2 327	2 343	2 357	2 371	2 384	2 396	2 406	2 415	2 422	2 429	2 435	2 439	2 443	2 447
2 179	2 204	2 227	2 248	2 268	2 286	2 303	2 319	2 333	2 347	2 359	2 37	2 38	2 388	2 396	2 402	2 408	2 413	2 417
2 123	2 148	2 172	2 195	2 216	2 235	2 253	2 27	2 286	2 301	2 314	2 326	2 337	2 346	2 355	2 362	2 369	2 375	2 38
2 056	2 083	2 107	2 131	2 153	2 174	2 194	2 212	2 229	2 245	2 26	2 273	2 285	2 296	2 305	2 313	2 321	2 328	2 335
1 978	2 006	2 032	2 057	2 08	2 102	2 123	2 143	2 162	2 18	2 196	2 21	2 224	2 236	2 247	2 256	2 265	2 274	2 282
1 891	1 92	1 947	1 973	1 997	2 02	2 043	2 064	2 084	2 103	2 121	2 138	2 153	2 167	2 18	2 191	2 201	2 211	2 221
1 793	1 824	1 853	1 879	1 905	1 929	1 952	1 974	1 996	2 017	2 037	2 055	2 073	2 089	2 103	2 116	2 128	2 14	2 151
1 686	1 718	1 748	1 776	1 802	1 827	1 851	1 874	1 897	1 919	1 94	1 961	1 98	1 998	2 015	2 031	2 045	2 059	2 072
1 57	1 603	1 633	1 662	1 69	1 716	1 74	1 764	1 788	1 81	1 833	1 855	1 876	1 896	1 915	1 933	1 949	1 965	1 98
1 446	1 479	1 51	1 54	1 568	1 595	1 62	1 645	1 668	1 692	1 714	1 737	1 759	1 78	1 801	1 821	1 84	1 857	1 874
1 313	1 347	1 379	1 409	1 438	1 465	1 492	1 516	1 54	1 564	1 587	1 61	1 632	1 654	1 676	1 697	1 718	1 738	1 756
1 172	1 206	1 239	1 27	1 299	1 327	1 354	1 379	1 404	1 427	1 451	1 474	1 497	1 52	1 542	1 564	1 586	1 607	1 628
1 022	1 057	1 09	1 121	1 151	1 18	1 207	1 233	1 259	1 283	1 307	1 33	1 353	1 376	1 399	1 422	1 444	1 467	1 489
0 864	0 898	0 931	0 963	0 993	1 022	1 051	1 078	1 104	1 129	1 154	1 177	1 201	1 225	1 248	1 271	1 294	1 317	1 339
0 689	0 723	0 756	0 789	0 82	0 851	0 881	0 909	0 937	0 964	0 99	1 015	1 039	1 064	1 088	1 111	1 134	1 157	1 18
0 478	0 509	0 54	0 571	0 602	0 633	0 663	0 693	0 723	0 752	0 78	0 808	0 835	0 861	0 887	0 912	0 937	0 962	0 986
0 257	0 282	0 308	0 334	0 36	0 387	0 414	0 442	0 47	0 498	0 526	0 554	0 582	0 609	0 635	0 66	0 685	0 71	0 734
				0 115	0 135	0 157	0 179	0 202	0 226	0 25	0 275	0 3	0 325	0 35	0 374	0 397	0 42	0 443
																0 1	0 104	0 124



1.85	1.9	1.95	2	2.05	2.1	2.15	2.2	2.25	2.3	2.35	2.4	2.45	2.5	2.55	2.6	2.65	2.7	2.75	2.8
1.147	1.226	1.29	1.345	1.392	1.433	1.466	1.492	1.514	1.533	1.55	1.566	1.581							
1.443	1.495	1.541	1.582	1.614	1.64	1.663	1.683	1.701	1.718	1.734	1.749	1.763							
1.69	1.7260	1.755	1.781	1.803	1.824	1.843	1.86	1.876	1.891	1.905	1.919								
1.804	1.8320	1.857	1.879	1.899	1.917	1.934	1.95	1.965	1.979	1.992	2.004								
1.903	1.9270	1.948	1.968	1.986	2.002	2.017	2.032	2.045	2.058	2.07									
1.992	2.0120	2.031	2.049	2.064	2.079	2.093	2.106	2.118	2.129	2.14									
2.071	2.0890	2.106	2.121	2.136	2.149	2.161	2.172	2.183	2.193	2.203									
2.142	2.1580	2.173	2.186	2.199	2.21	2.221	2.231	2.24	2.249										
2.205	2.2190	2.232	2.244	2.254	2.264	2.274	2.282	2.29	2.297										
2.261	2.2730	2.284	2.294	2.303	2.312	2.319	2.326	2.332	2.338										
2.31	2.3210	2.33	2.338	2.346	2.352	2.358	2.364	2.368											
2.354	2.3620	2.37	2.376	2.382	2.388	2.392	2.396	2.399											
2.391	2.3980	2.404	2.409	2.414	2.417	2.42	2.422	2.424											
2.422	2.4280	2.433	2.436	2.439	2.442	2.443	2.444	2.444											
2.448	2.4520	2.456	2.458	2.46	2.461	2.461	2.461	2.46											
2.469	2.4720	2.474	2.475	2.476	2.476	2.475	2.473												
2.485	2.4870	2.488	2.488	2.488	2.487	2.485	2.482												
2.5000	2.5000	2.5000	2.5000	2.5000	2.5000	2.5000	2.5000												
2.5000	2.5000	2.5000	2.5000	2.5000	2.5000	2.5000	2.5000												
2.5000	2.5000	2.5000	2.5000	2.5000	2.5000	2.5000	2.5000												
2.5000	2.5000	2.5000	2.5000	2.5000	2.5000	2.5000	2.5000												
2.5000	2.5000	2.5000	2.5000	2.5000	2.5000	2.5000	2.5000												
2.5000	2.5000	2.5000	2.5000	2.5000	2.5000	2.5000	2.5000												
2.471	2.472	2.473	2.472	2.472	2.47	2.469	2.466												
2.449	2.4510	2.452	2.453	2.454	2.454	2.453	2.452												
2.421	2.4240	2.426	2.428	2.43	2.431	2.432	2.433												
2.385	2.3890	2.393	2.397	2.4	2.403	2.405	2.407	2.409											
2.341	2.3470	2.352	2.357	2.362	2.366	2.37	2.374	2.377											
2.289	2.2960	2.303	2.31	2.316	2.322	2.327	2.332	2.338											
2.23	2.2390	2.247	2.255	2.263	2.27	2.277	2.284	2.291	2.298										
2.162	2.1730	2.183	2.193	2.202	2.211	2.22	2.229	2.238	2.246										
2.084	2.0970	2.109	2.12	2.132	2.143	2.154	2.165	2.175	2.186	2.196									
1.994	2.0080	2.022	2.035	2.049	2.062	2.075	2.087	2.1	2.112	2.125	2.137								
1.89	1.9050	1.921	1.936	1.95	1.965	1.979	1.994	2.008	2.022	2.036	2.05								
1.774	1.7910	1.807	1.823	1.84	1.855	1.871	1.887	1.902	1.917	1.933	1.948	1.963							
1.647	1.6650	1.683	1.701	1.718	1.736	1.753	1.769	1.786	1.802	1.819	1.835	1.851	1.867						
1.51	1.5290	1.549	1.567	1.586	1.604	1.622	1.64	1.657	1.675	1.692	1.709	1.726	1.744	1.761					
1.361	1.3820	1.402	1.422	1.441	1.46	1.478	1.497	1.515	1.533	1.551	1.569	1.586	1.604	1.621	1.639				
1.202	1.2240	1.245	1.265	1.285	1.304	1.323	1.342	1.36	1.379	1.397	1.415	1.432	1.45	1.468	1.485				
1.01	1.0330	1.056	1.079	1.1	1.121	1.141	1.161	1.18	1.199	1.218	1.237	1.255	1.274	1.292	1.309	1.327			
0.758	0.7820	0.805	0.829	0.851	0.873	0.894	0.915	0.936	0.956	0.976	0.995	1.015	1.034	1.053	1.072	1.09	1.108		
0.466	0.4880	0.511	0.533	0.556	0.578	0.6	0.621	0.642	0.663	0.684	0.705	0.725	0.745	0.765	0.785	0.804	0.823	0.842	
0.144	0.1650	0.186	0.206	0.227	0.249	0.27	0.291	0.313	0.334	0.356	0.377	0.398	0.419	0.44	0.461	0.481	0.502	0.522	0.542



### DATA KAPAL BARU

Number Ord	WATERLINES																	
	0	0 04938	0 09877	0 14815	0 19753	0 24692	0 2963	0 34568	0 395067	0 44445	0 49383	0 54322	0 5926	0 64198	0 69137	0 74075	0 790133	0 83952
-1.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-0 505	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0 14193	0 1919	0 244871	0 29984	0 35881	0 42178	0 48974	0 5647	0 65266	0 7596	0 867545	0 97149
5	0	0	0 16291	0 21189	0 26186	0 31184	0 36181	0 41478	0 468754	0 52472	0 58469	0 64966	0 72362	0 81657	0 91052	1 00447	1 098424	1 19038
6	0 09995	0 17691	0 24487	0 30884	0 3718	0 43277	0 49374	0 55471	0 616676	0 68164	0 7536	0 84356	0 93651	1 02846	1 11941	1 20837	1 29632	1 37928
7	0 09995	0 20189	0 28685	0 36581	0 44177	0 51573	0 58869	0 66265	0 740611	0 82956	0 93751	1 03646	1 13041	1 22036	1 30831	1 39127	1 469229	1 54419
8	0 09995	0 23288	0 34082	0 43977	0 53172	0 61967	0 70763	0 79858	0 906524	1 02346	1 12741	1 22136	1 31031	1 39427	1 47423	1 54919	1 62015	1 68811
9	0 09995	0 26986	0 41278	0 53572	0 64766	0 7536	0 86055	0 98348	1 103421	1 20737	1 30132	1 38727	1 46823	1 54519	1 61815	1 68612	1 751081	1 81305
10	0 09995	0 31683	0 49874	0 65366	0 79059	0 91952	1 05345	1 17538	1 278329	1 36928	1 45424	1 5322	1 60716	1 67712	1 74408	1 80605	1 865021	1 92099
11	0 09995	0 3738	0 60168	0 78959	0 9525	1 10142	1 22736	1 3323	1 423253	1 50721	1 58417	1 65713	1 72609	1 79106	1 85203	1 909	1 96297	2 00995
12	0 09995	0 4477	0 72362	0 9435	1 12241	1 26034	1 36828	1 46123	1 545189	1 62215	1 69411	1 76208	1 82604	1 88601	1 94198	1 99495	2 041928	2 08191
13	0 09995	0 52572	0 85855	1 10442	1 27133	1 38827	1 48522	1 57118	1 648135	1 7191	1 78706	1 85003	1 91	1 96597	2 01694	2 06492	2 105895	2 14088
14	0 09995	0 60968	0 98648	1 23635	1 38128	1 48922	1 58017	1 66013	1 732091	1 80006	1 86402	1 92399	1 97996	2 03193	2 07891	2 12189	2 157868	2 18985
15	0 09995	0 68864	1 09543	1 3293	1 46123	1 56318	1 65013	1 72709	1 797057	1 86202	1 92299	1 98096	2 03293	2 08191	2 12588	2 16486	2 198846	2 22783
16	0 09995	0 7596	1 17738	1 39327	1 5192	1 61815	1 70211	1 77607	1 844032	1 907	1 96597	2 02094	2 07191	2 11789	2 15887	2 19585	2 227831	2 25582
17	0 09995	0 81457	1 23535	1 43725	1 56018	1 65613	1 73809	1 81005	1 876015	1 93798	1 99495	2 04793	2 0959	2 13988	2 17986	2 21484	2 245821	2 27181
18	0 09995	0 85555	1 27333	1 46823	1 58817	1 68212	1 76208	1 83304	1 897004	1 95697	2 01194	2 06292	2 10889	2 15187	2 18985	2 22383	2 253817	2 2798
19	0 09995	0 88354	1 29732	1 48722	1 60516	1 69711	1 77607	1 84403	1 906999	1 96397	2 01794	2 06692	2 11189	2 15287	2 18985	2 22283	2 251818	2 2778
20	0 09995	0 88853	1 29832	1 48922	1 60516	1 69611	1 77307	1 84003	1 901002	1 95697	2 00795	2 05592	2 0999	2 13988	2 17586	2 20884	2 237826	2 26381
21	0 09995	0 85255	1 24934	1 45424	1 57417	1 66713	1 74508	1 81205	1 873017	1 92799	1 97996	2 02694	2 07091	2 11089	2 14787	2 18086	2 21084	2 23783
22	0 09995	0 7616	1 1464	1 38327	1 5172	1 61615	1 69711	1 76707	1 82904	1 88501	1 93698	1 98496	2 02894	2 06991	2 10689	2 14088	2 17186	2 19985
23	0 09995	0 65366	1 02046	1 28233	1 44124	1 54919	1 63614	1 7091	1 77307	1 83004	1 88301	1 93099	1 97596	2 01694	2 05592	2 0909	2 121886	2 15187
24	0 09995	0 53872	0 88154	1 15339	1 34429	1 46723	1 56118	1 63814	1 705105	1 76507	1 81805	1 86802	1 913	1 95597	1 99395	2 02993	2 062917	2 0939
25	0 09995	0 44777	0 74861	1 00847	1 21936	1 36528	1 46923	1 55318	1 624148	1 68711	1 74209	1 79306	1 84003	1 88301	1 92299	1 95997	1 993954	2 02594
26	0 09995	0 39079	0 64066	0 87154	1 07644	1 24235	1 36229	1 45424	1 531196	1 59716	1 65513	1 7071	1 75508	1 80006	1 84103	1 87901	1 913996	1 94698
27	0 09995	0 35082	0 55871	0 7546	0 93751	1 10242	1 23835	1 3413	1 424253	1 49522	1 55618	1 61115	1 66113	1 7061	1 74908	1 78806	1 824043	1 85802
28	0 09995	0 31683	0 48974	0 65566	0 81357	0 96249	1 09842	1 21436	1 305315	1 38128	1 44624	1 50421	1 55618	1 60316	1 64714	1 68711	1 725095	1 76008
29	0 09995	0 28685	0 43077	0 5897	0 70463	0 83456	0 9585	1 07444	1 174384	1 25634	1 3263	1 38727	1 44224	1 49122	1 53619	1 57717	1 616152	1 65213
30	0 09995	0 25886	0 3788	0 49574	0 60968	0 72062	0 82857	0 93251	1 033458	1 12241	1 19637	1 26034	1 31731	1 36828	1 41526	1 45823	1 497214	1 53419
31	0 09995	0 23388	0 33382	0 43077	0 52872	0 62067	0 71263	0 80358	0 892532	0 98148	1 05944	1 12641	1 18638	1 23935	1 28732	1 3313	1 37128	1 40926
32	0 09995	0 20789	0 29085	0 3728	0 45276	0 53272	0 61068	0 68764	0 764599	0 84156	0 91952	0 98848	1 04945	1 10342	1 1524	1 19737	1 23835	1 27633
33	0 09995	0 17991	0 24887	0 31583	0 3828	0 44976	0 51573	0 58169	0 646661	0 71263	0 77959	0 84658	0 90652	0 9605	1 01047	1 05545	1 096425	1 1354
34	0	0 14292	0 1979	0 25387	0 30884	0 36481	0 42078	0 47675	0 53372	0 58969	0 64666	0 70363	0 7606	0 81257	0 86055	0 90552	0 946503	0 98548
35	0	0	0 14093	0 1879	0 23488	0 28285	0 33083	0 3788	0 426776	0 47475	0 52273	0 5707	0 61868	0 66465	0 70863	0 74961	0 789586	0 82757
36	0	0	0	0	0 12094	0 15792	0 1999	0 24287	0 287849	0 33283	0 3778	0 42178	0 46476	0 50573	0 54371	0 5807	0 617876	0 65366
37	0	0	0	0	0	0	0	0 10295	0 130931	0 16591	0 20389	0 24187	0 28085	0 31883	0 35381	0 3848	0 415782	0 44677
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 12593	0 15692	0 1849	0 20889	0 23288
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



0 8889	0 93828	0 98767	1 03705	1 08643	1 13582	1 1852	1 23458	1 28397	1 33335	1 38273	1 43212	1 4815	1 53088	1 58027	1 62965	1 67903	1 72842	1 7778
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 3868	0 88354	1 04245
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 60268	0 88054	1 05345	1 16739	1 25334	1 32331	1 38627
0	0	0	0	0	0	0	0 43977	0 74361	0 93451	1 08543	1 19337	1 28133	1 35629	1 42325	1 48522	1 54219	1 59516	1 64414
0	0	0	0	0 41778	0 71063	0 88154	1 02346	1 1394	1 23535	1 31931	1 39327	1 46123	1 5232	1 58017	1 63414	1 68312	1 73009	1 77007
0	0 48075	0 69563	0 84756	0 97549	1 08743	1 18638	1 27433	1 35429	1 42825	1 49621	1 55818	1 61615	1 66912	1 7181	1 76507	1 80805	1 84503	1 87602
0 80358	0 92451	1 03346	1 13241	1 22436	1 30831	1 38627	1 46023	1 5282	1 59116	1 64814	1 70111	1 75008	1 79606	1 84003	1 88001	1 914	1 94298	1 96797
1 07144	1 16639	1 25434	1 3373	1 41526	1 48822	1 55818	1 62115	1 67812	1 73109	1 77907	1 82504	1 86802	1 908	1 94498	1 97696	2 00395	2 02894	2 04992
1 27933	1 36129	1 43924	1 51321	1 58217	1 64714	1 70511	1 75708	1 80605	1 85103	1 89301	1 93199	1 96997	2 00395	2 03393	2 05992	2 08391	2 1049	2 12389
1 45724	1 5312	1 60116	1 66713	1 72709	1 78007	1 82904	1 87302	1 915	1 95397	1 98996	2 02494	2 05792	2 08591	2 11089	2 13388	2 15387	2 17186	2 18885
1 61415	1 68112	1 74309	1 79906	1 84803	1 89301	1 93399	1 97296	2 00895	2 04293	2 07491	2 10589	2 13288	2 15687	2 17886	2 19885	2 21584	2 23183	2 24682
1 75208	1 81105	1 86302	1 909	1 95098	1 98996	2 02594	2 05892	2 0909	2 12089	2 14987	2 17586	2 19985	2 21984	2 23883	2 25582	2 27081	2 2848	2 29779
1 87002	1 91899	1 96297	2 00195	2 03893	2 07191	2 1039	2 13388	2 16187	2 18885	2 21384	2 23683	2 25682	2 27581	2 2918	2 30679	2 31978	2 33178	2 34277
1 96797	2 00995	2 04793	2 08191	2 11389	2 14387	2 17186	2 19885	2 22383	2 24782	2 26981	2 2898	2 30779	2 32378	2 33777	2 35077	2 36276	2 37275	2 38175
2 04992	2 0869	2 11989	2 14987	2 17786	2 20484	2 22983	2 25382	2 27681	2 29879	2 31778	2 33577	2 35077	2 36476	2 37775	2 38875	2 39874	2 40674	2 41473
2 11789	2 14987	2 17886	2 20584	2 23183	2 25582	2 2788	2 30079	2 32078	2 34077	2 35776	2 37375	2 38775	2 39974	2 41073	2 41973	2 42873	2 43572	2 44172
2 17286	2 20184	2 22783	2 25282	2 27581	2 29779	2 31878	2 33877	2 35776	2 37575	2 39075	2 40474	2 41773	2 42773	2 43772	2 44572	2 45271	2 45871	2 46371
2 21884	2 24482	2 26981	2 2918	2 31379	2 33378	2 35277	2 37076	2 38875	2 40474	2 41873	2 43072	2 44172	2 45171	2 45971	2 46671	2 4727	2 4767	2 4807
2 25482	2 2788	2 30179	2 32278	2 34277	2 36076	2 37875	2 39574	2 41173	2 42673	2 43972	2 45071	2 46071	2 4697	2 4767	2 4827	2 48769	2 49869	2 49869
2 2808	2 30379	2 32478	2 34477	2 36376	2 38075	2 39774	2 41373	2 42873	2 44272	2 45471	2 46471	2 4737	2 4817	2 48769	2 49869	2 49869	2 49869	2 49869
2 29679	2 31878	2 33877	2 35776	2 37575	2 39274	2 40874	2 42373	2 43772	2 45071	2 46271	2 4727	2 4807	2 48769	2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	2 49869
2 30279	2 32478	2 34477	2 36276	2 37975	2 39674	2 41173	2 42573	2 43972	2 45271	2 46371	2 4727	2 4807	2 48769	2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	2 49869
2 30079	2 32178	2 34177	2 35976	2 37575	2 39174	2 40674	2 42073	2 43372	2 44672	2 45671	2 46671	2 4737	2 4807	2 4857	2 49869	2 49869	2 49869	2 49869
2 2868	2 30879	2 32878	2 34877	2 36376	2 37875	2 39374	2 40774	2 42073	2 43272	2 44372	2 45271	2 46071	2 4677	2 4727	2 4777	2 49869	2 49869	2 49869
2 26181	2 2838	2 30479	2 32378	2 34077	2 35676	2 37176	2 38675	2 39974	2 41173	2 42273	2 43272	2 44072	2 44772	2 45371	2 45871	2 46271	2 46571	2 4687
2 22483	2 24882	2 26981	2 2898	2 30879	2 32578	2 34177	2 35576	2 36976	2 38275	2 39474	2 40474	2 41373	2 42073	2 42773	2 43372	2 43772	2 44172	2 44572
2 17786	2 20284	2 22583	2 24682	2 26681	2 2848	2 30179	2 31778	2 33178	2 34577	2 35776	2 36876	2 37875	2 38675	2 39474	2 40074	2 40674	2 41173	2 41573
2 12189	2 14687	2 17086	2 19385	2 21484	2 23383	2 25182	2 26881	2 2848	2 29979	2 31279	2 32478	2 33577	2 34477	2 35376	2 36076	2 36776	2 37375	2 37875
2 05492	2 08191	2 10589	2 12988	2 15187	2 17286	2 19285	2 21084	2 22783	2 24382	2 25881	2 27181	2 2838	2 2948	2 30379	2 31179	2 31978	2 32678	2 33378
1 97696	2 00495	2 03093	2 05592	2 07891	2 1009	2 12189	2 14188	2 16087	2 17886	2 19485	2 20884	2 22283	2 23483	2 24582	2 25482	2 26381	2 27281	2 2808
1 89001	1 91899	1 94598	1 97197	1 99595	2 01894	2 04193	2 06292	2 08291	2 1019	2 11989	2 13688	2 15187	2 16586	2 17886	2 18985	2 19985	2 20984	2 21984
1 79206	1 82304	1 85203	1 87801	1 904	1 92799	1 95098	1 97296	1 99495	2 01594	2 03593	2 05392	2 07191	2 0879	2 1019	2 11489	2 12688	2 13888	2 14987
1 68512	1 7171	1 74708	1 77507	1 80105	1 82604	1 85003	1 87302	1 896	1 91799	1 93898	1 95997	1 97896	1 99695	2 01394	2 02993	2 04393	2 05792	2 07091
1 56918	1 60216	1 63214	1 66113	1 68911	1 7151	1 73909	1 76307	1 78706	1 80905	1 83204	1 85403	1 87502	1 89501	1 914	1 93199	1 94798	1 96397	1 97896
1 44524	1 47822	1 50921	1 53919	1 56718	1 59416	1 61915	1 64414	1 66713	1 69111	1 7131	1 73609	1 75808	1 77907	1 80006	1 82004	1 83903	1 85603	1 87302
1 31231	1 34629	1 37828	1 40826	1 43725	1 46423	1 49122	1 5152	1 53919	1 56318	1 58617	1 60916	1 63114	1 65313	1 67512	1 69611	1 7171	1 73709	1 75508
1 17139	1 20537	1 23835	1 26933	1 29832	1 3263	1 35329	1 37828	1 40326	1 42625	1 45024	1 47323	1 49621	1 5192	1 54119	1 56318	1 58517	1 60616	1 62715
1 02146	1 05645	1 08943	1 12041	1 1504	1 17938	1 20637	1 23235	1 25834	1 28233	1 30631	1 3293	1 35229	1 37528	1 39827	1 42125	1 44324	1 46623	1 48822
0 86355	0 89753	0 93051	0 96249	0 99248	1 02146	1 05045	1 07743	1 10342	1 12841	1 15339	1 17638	1 20037	1 22436	1 24735	1 27033	1 29332	1 31631	1 3383
0 68864	0 72262	0 7556	0 78859	0 81957	0 85055	0 88054	0 90852	0 93651	0 96349	0 98948	1 01447	1 03846	1 06344	1 08743	1 11042	1 13341	1 15639	1 17938
0 47775	0 50873	0 53972	0 5707	0 60168	0 63267	0 66265	0 69264	0 72262	0 75161	0 77959	0 80758	0 83456	0 86055	0 88653	0 91152	0 93651	0 9615	0 98548
0 25687	0 28185	0 30784	0 33382	0 35981	0 3868	0 41378	0 44177	0 46975	0 49774	0 52572	0 55371	0 58169	0 60868	0 63467	0 65965	0 68464	0 70963	0 73362
0	0	0	0	0 11494	0 13493	0 15692	0 17891	0 20189	0 22588	0 24987	0 27486	0 29984	0 32483	0 34982	0 3738	0 39679	0 41978	0 44277
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 09995	0 10395	0 12393



1 82718	1 87657	1 92595	1 97533	2 02472	2 0741	2 12348	2 17287	2 22225	2 27163	2 32102	2 3704	2 41978	2 46917	2 51855	2 56793	2 61732	2 6667	2 71608	2 76547
1.1464	1.22536	1.28932	1.34429	1.39127	1.43225	1.46523	1.49122	1.51321	1.5322	1.54919	1.56518	1.58017	0	0	0	0	0	0	0
1 44224	1 49422	1 54019	1 58117	1 61315	1 63914	1 66213	1 68212	1 70011	1 7171	1 73309	1 74808	1 76208	0	0	0	0	0	0	0
1 68911	1 72509	1 75408	1 78007	1 80205	1 82304	1 84203	1 85902	1 87502	1 89001	1 904	1 91799	0	0	0	0	0	0	0	0
1 80305	1 83104	1 85603	1 87801	1 898	1 91599	1 93299	1 94898	1 96397	1 97796	1 99096	2 00295	0	0	0	0	0	0	0	0
1 902	1 92599	1 94698	1 96697	1 98496	2 00095	2 01594	2 03093	2 04393	2 05692	2 06891	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 99096	2 01094	2 02993	2 04793	2 06292	2 07791	2 0919	2 1049	2 11889	2 12788	2 13888	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 06991	2 0879	2 1049	2 11989	2 13488	2 14787	2 15987	2 17086	2 18185	2 19185	2 20184	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 14088	2 15687	2 17186	2 18485	2 19785	2 20884	2 21984	2 22983	2 23883	2 24782	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 20384	2 21784	2 23083	2 24282	2 25282	2 26281	2 27281	2 2808	2 2888	2 2958	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 25981	2 27181	2 2828	2 2928	2 30179	2 31079	2 31778	2 32478	2 33078	2 33677	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 30879	2 31978	2 32878	2 33677	2 34477	2 35077	2 35676	2 36276	2 36876	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 35277	2 36076	2 36876	2 37475	2 38075	2 38675	2 39075	2 39474	2 39774	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 38975	2 39674	2 40274	2 40774	2 41273	2 41573	2 41873	2 42073	2 42273	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 42073	2 42673	2 43172	2 43472	2 43772	2 44072	2 44172	2 44272	2 44272	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 44672	2 45071	2 45471	2 45671	2 45871	2 45971	2 45971	2 45971	2 45871	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 4677	2 4707	2 4727	2 4737	2 4747	2 4747	2 4737	2 4717	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 4837	2 4857	2 4867	2 4867	2 4867	2 4857	2 4837	2 4807	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	2 49869	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 4697	2 4707	2 4717	2 4707	2 4707	2 4687	2 4677	2 46471	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 44772	2 44971	2 45071	2 45171	2 45271	2 45271	2 45171	2 45071	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 41973	2 42273	2 42473	2 42673	2 42873	2 42972	2 43072	2 43172	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 38375	2 38775	2 39174	2 39574	2 39874	2 40174	2 40374	2 40574	2 40774	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 33977	2 34577	2 35077	2 35576	2 36076	2 36476	2 36876	2 37275	2 37575	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 2878	2 2948	2 30179	2 30879	2 31479	2 32078	2 32578	2 33078	2 33677	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 22883	2 23783	2 24582	2 25382	2 26181	2 26881	2 27581	2 2828	2 2898	2 29679	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 16087	2 17186	2 18185	2 19185	2 20085	2 20984	2 21884	2 22783	2 23683	2 24482	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 08291	2 0959	2 10789	2 11889	2 13088	2 14188	2 15287	2 16386	2 17386	2 18485	2 19485	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 99295	2 00695	2 02094	2 03393	2 04793	2 06092	2 07391	2 08591	2 0989	2 11089	2 12389	2 13588	0	0	0	0	0	0	0	0
1 88901	1 904	1 91999	1 93498	1 94898	1 96397	1 97796	1 99295	2 00695	2 02094	2 03493	2 04892	0	0	0	0	0	0	0	0
1 77307	1 79006	1 80605	1 82204	1 83903	1 85403	1 87002	1 88601	1 901	1 91599	1 93199	1 94698	1 96197	0	0	0	0	0	0	0
1 64614	1 66413	1 68212	1 70011	1 7171	1 73509	1 75208	1 76807	1 78506	1 80105	1 81805	1 83404	1 85003	1 86602	0	0	0	0	0	0
1 50921	1 5282	1 54819	1 56618	1 58517	1 60316	1 62115	1 63914	1 65613	1 67412	1 69111	1 7081	1 72509	1 74309	1 76008	0	0	0	0	0
1 36029	1 38128	1 40126	1 42125	1 44024	1 45923	1 47722	1 49621	1 51421	1 5322	1 55019	1 56818	1 58517	1 60316	1 62015	1 63814	0	0	0	0
1 20137	1 22336	1 24435	1 26434	1 28433	1 30332	1 32231	1 3413	1 35929	1 37828	1 39627	1 41426	1 43125	1 44924	1 46723	1 48422	0	0	0	0
1 00947	1 03246	1 05545	1 07843	1 09942	1 12041	1 1404	1 16039	1 17938	1 19837	1 21736	1 23635	1 25434	1 27333	1 29132	1 30831	1 3263	0	0	0
0 7576	0 78159	0 80458	0 82857	0 85055	0 87254	0 89353	0 91452	0 93551	0 9555	0 97549	0 99448	1 01447	1 03346	1 05245	1 07144	1 08943	1 10742	0	0
0 46576	0 48774	0 51073	0 53272	0 55571	0 5777	0 59969	0 62067	0 64166	0 66265	0 68364	0 70463	0 72462	0 74461	0 7646	0 78459	0 80358	0 82257	0 84156	0
0 14392	0 16491	0 1859	0 20589	0 22688	0 24887	0 26986	0 29085	0 31284	0 33382	0 35581	0 3768	0 39779	0 41878	0 43977	0 46076	0 48075	0 50174	0 52173	0 54172



Tabel 01

Station	FM (n)	FS (s)	0 mWL			0.049383 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098787 mWL			0.098		
---------	--------	--------	-------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--	-------	--	--



Lwl = 18.49915  
 B = 4.997377  
 $\alpha$  = 0.424982  
 $\beta$  = 0.049383  
 d = 0.098767  
 t kulit = 0.041  
 $\Delta$  = 1.0992  
 KB = 0.0610  
 $\Phi B$  = -0.2851

Vol	KB	Vol * KB	$\Phi B$	Vol * $\Phi B$
1.0992	0.0610	0.0671	-0.2851	-0.3134

KB = 0.0610  
 $\Phi B$  = -0.2851

WPA = 18.0953 m<sup>2</sup>  
 TPC = 0.1855 ton/cm  
 MSA = 0.1630 m<sup>2</sup>  
 MSA s/d 0.098767 m WL = 0.1630 m<sup>2</sup>  
 $\Delta$  s/d 0.098767 m WL = 1.8556 ton  
 V s/d 0.098767 m WL = 1.8556 m<sup>3</sup>  
 Cw = 0.1957  
 Cm = 0.3303  
 Cb = 0.2032  
 I<sub>r</sub> = 5.7060 m<sup>4</sup>  
 TBM = 3.0749 m  
 TKM = 3.1360 m  
 $\Phi F$  = -0.3108 m

WSA pada 0 m 2.3787 m<sup>2</sup>  
 Shell Displacement pada 0 m 0.0975 m<sup>3</sup>  
 Momen LCG shell pada 0 m -0.0069 m<sup>3</sup>.m  
 I<sub>x</sub> = 140.1878 m<sup>4</sup>  
 LBM = 75.5471 m  
 LKM = 75.8081 m  
 del WSA 16.0699 m<sup>2</sup>  
 prev WSA 2.3787 m<sup>2</sup>  
 total WSA s/d 18.4485 m<sup>2</sup>  
 del Shell Displacement 0.6589 m<sup>3</sup>  
 Previous Shell Displacement 0.0975 m<sup>3</sup>  
 Total Shell Displacement 0.7564 m<sup>3</sup>  
 del momen KG shell 0.0325 m<sup>3</sup>.m  
 Total momen KG shell 0.0325 m<sup>3</sup>.m  
 KG shell 0.0430 m  
 del momen LCG shell -0.0069 m<sup>3</sup>.m  
 Total momen LCG shell -0.0138 m<sup>3</sup>.m  
 LCG shell -0.0183 m

## RESISTANCE CALCULATION

J. Holtrop and G.G.J. Mannen

Data-data kapal

Lpp	=	16.99929796 m	
Lwl (3% Lpp)	=	17.5092769 m	
B	=	4.99737742 m	
T	=	1.580266197 m	
T foward	=	1.580266197 m	
T after	=	1.580266197 m	
V dinas	=	8 knot	4.1152 m/s
V Displacement	=	77.54400096 m <sup>3</sup>	
Gaya gravitasi	=	9.81 m/s <sup>2</sup>	
Massa jenis air laut pada suhu 15°	=	1025.9 kg/m <sup>3</sup>	
Kinematic Viscositas (ν)	=	1.18831E-06 ton/m <sup>3</sup>	
Cb	=	0.5676	
Cp	=	0.6503	
Cm	=	0.8414	
Cwp	=	0.8394	
Lcb	=	-1.2708 m	

Menentukan Luas permukaan basah

a. Luas permukaan basah badan kapal, jika tidak diketahui dapat dicari dengan menggunakan rumus *PNA vol. II page 90*

$$S_w = L (2T + B) \sqrt{C_m (0.4530 + 0.4425 C_b - 0.2862 C_m - 0.003467 B/T + 0.3696 C_{wp}) + 2.38 Abt/C_b}$$

Dimana  $2.38 Abt/C_b = 0$ , karena kapal tidak memiliki bulb.

$$S_w = 99.92164 \text{ m}^2$$

b. Luas permukaan basah tonjolan

Tonjolan adalah daun kemudi dan propeller, dilakukan pendekatan menurut DNV sebagai berikut :

$$S_{\text{tonjolan}} = 2 L T (1 + 25 (B/L)^2) / 100$$

$$S_{\text{tonjolan}} = 1.6804 \text{ m}^2$$

$$\text{Maka total luas permukaan basah} = 101.6020 \text{ m}^2$$

Menentukan koefisien tahanan gesek

ITTC 1957 memberikan formula untuk menentukan besarnya koefisien tahanan gesek sebagai berikut :

$$C_{FO} = 0.075 / (\log R_n - 2)^2$$

$$F_n = \frac{v_s}{\sqrt{g \times L_{WL}}} \quad F_n = 0.3140$$

$$= 0.3140$$

Untuk  $F_n \leq 0.4$ , maka  $R_n$  adalah :

$$R_n = v L_{wl} / \nu$$

$$= 60635841$$

$$\text{Jadi, } C_{FO} = 0.0022$$

Form Factor, adalah bentuk-bentuk yang dapat mempengaruhi tahanan kapal. Bentuk-bentuk ini biasanya dipengaruhi oleh tonjolan dan banyaknya lubang yang terdapat pada lambung kapal, seperti misalnya skeg, sea chest ataupun bilege keel.

a. Form factor untuk badan kapal dinotasikan dalam  $1 + k_1$ , dapat ditentukan dengan formula :



$$1 + k_1 = 0.93 + 0.487 c (B/L)^{1.0681} (T/L)^{0.4611} (L/L_R)^{0.1261} (L^3/V)^{0.3649} (1-C_p)^{-0.6042} \quad (PNA \text{ Vol II, pg 91})$$

$$\begin{aligned} B/L &= 0.2854 \\ T/L &= 0.0903 \\ L/T &= 11.0800 \\ T/B &= 0.3162 \\ L/B &= 3.5037 \end{aligned}$$

$c$  = koefisien *after body*

$$= 1 + 0.011 C_{stern}$$

= 1,  $C_{stern}$  dapat dilihat dalam tabel dibawah ini :

Specific shape of the afterbody	$C_{stern}$
Pram with gondola	-25
V - shaped sections	-10
Normal section shape	0
U - shape sections with Hogner stern	10

$$L_R / L = 1 - C_p + 0.06 C_p L_{cb} / (4 C_p - 1)$$

$$= 0.3187$$

Jadi,

$$1 + k_1 = 1.3606$$

b. Form factor untuk tonjolan yang lain ( $1+k_2$ ), ditentukan dengan menjumlahkan macam tonjolan, berdasarkan tabel.

PNA Vol II, Tabel 25, Pg. 92

Part of Appendages	Area	$1 + k_1$	$\Sigma$
Rudder behind skeep		1.5	
Rudder behind stern		1.5	0
Twin screw balance rudder		2.8	0
shaft bracket	0	2	0
skeep	0	2	0
strut bossing	0	3	0
hull bossing	0.136119	2	0.272238
Shaft	0	3	0
Stabilizer fins	0	2.8	0
Dome	0	2.7	0
Bilge keel	4.998	1.4	6.9972
	5.134119		7.269438

$$1 + k_2 = 1.4159$$

Jadi,

$$1 + k = (1+k_1) + ((1+k_2) - (1+k_1)) S_{tonjolan}/S_{total}$$

$$1 + k = 1.3616$$

Menentukan besarnya tahanan gelombang.

$$\frac{R_w}{W} = C_1 C_2 C_3 \times e^{m_1 \times F_n^{1.1}} + m_2 \cos(\lambda F_n^{-2})$$

- koefisien  $m_1$

untuk  $F_n \leq 0.4$  :

$$m_1 = 0.01404 L/T - 0.17525 V^{1/3}/L - 4.7932 B/L - C_5$$

$$C_5 = 8.0798 C_p - 13.8673 C_p^2 + 6.9844 C_p^3 \dots \dots \dots \text{ untuk } C_p \leq 0.8$$

0.8

$$C_5 = 1.3107$$

$$C_5 = 1.7301 - 0.7067 C_p \dots \dots \dots \text{ untuk } C_p \geq 0.8$$

$$C_5 = 1.2705$$

Jadi,  $C_5 = 1.3107$

$$m1 = -2.5658$$

untuk  $Fn \geq 0.55$  :

$$m1 = -7.2035 (B/L)^{0.3269} (T/B)^{0.6054}$$

$$m1 = -2.3814$$

0.4

Jadi,  $m1 = -2.5658$

- koefisien  $C_4$

untuk  $B/L \leq 0.11$  :

$$C_4 = 0.2296 (B/L)^{0.3333}$$

$$= 0.1512$$

untuk  $0.11 \leq B/L \leq 0.25$  :

$$C_4 = B/L$$

$$= 0.2854$$

0.11

0.25

untuk  $B/L \geq 0.25$  :

$$C_4 = 0.5 - 0.0625 L/B$$

$$= 0.2810$$

Jadi,  $C_4 = 0.2810$

- koefisien  $C_1$

$$C_1 = 2223105 C_4^{3.7861} (T/B)^{1.0796} (90 - i_E)^{-1.3757}$$

$$i_E = 125.67 (B/L) - 162.25 Cp^2 + 234.32 Cp^3 + 0.1551 (Lcb + (6.8(Ta-Tf)/T)^3 \text{ (sudut masuk)})$$

$$i_E = 31.37567^\circ$$

$$C_1 = 19.3937$$

- koefisien  $C_2$

$$C_2 = 1 \text{ (nilai 1 untuk kapal yang tidak mempunyai bulb)}$$

- koefisien  $C_3$

$$C_3 = 1 - 0.8 A_T / (BT \text{ Cm})$$

Perhitungan  $A_T$

WL	1.283966	1.33335	1.382732923	1.432116	1.4815	1.530883	1.580266	1.62965	1.679033
F.S	1	4	2	4	2	4	2	4	2
y	0	0	0	0	0	0	0	0	0.386797
F.S * y	0	0	0	0	0	0	0	0	0.773594

$$h = 0.049383 \text{ m}$$

$$A_T = 2 * 1/3 * h * \Sigma$$

$$A_T = 0.6562 \text{ m}^2$$

Jadi,  $C_3 = 0.9210$

- koefisien  $C_6$

$$C_6 = -1.69385$$

$$C_6 = 1.69385 + (LV^{1/3} - 8.0)/2.36$$

$$= 0.043849$$

$$C_6 = 0$$

$$C_6 = -1.6939$$

untuk  $L^3/V \leq 512$

untuk  $512 \leq L^3/V \leq 1727$

untuk  $L^3/V \geq 1727$

Jadi,  $C_6 = -1.6939$

$$\lambda = 1.446 Cp - 0.03 L/B$$

$$\lambda = 0.8352$$

$$\lambda = 1.446 Cp - 0.36$$

$$\lambda = 0.5803$$

$$\lambda = 0.8352$$

untuk  $L/B \leq 12$

untuk  $L/B \geq 12$

Jadi,  $\lambda = 0.8352$

- koefisien  $m_2$

$$m_2 = C_6 0.4 e^{0.034 Fn^{3.29}}$$



$$m_2 = -0.6780$$

- parameter d

$$d = -0.9000 \quad (\text{tetapan untuk } Fn \leq 0.4)$$

$$\frac{R_w}{W} = C_1 C_2 C_3 \times e^{m_1 \times F_n^d} + m_2 \cos(\lambda F_n^{-2})$$

$$R_w/W = 0.0063$$

$$W = 779485.9$$

- Koefisien  $C_A$  (model ship correlation allowance)

$$C_A = 0.006 (L - + 100)^{-0.16} - 0.00205$$

$$C_A = 0.000749$$

- Perhitungan total

$$R_T = 1/2 \rho V^2 S_{tot} (C_{FO} (1+k1) + C_A) + (R_w/W) W$$

$$R_T = 8268.754 \text{ N}$$

$$R_T = 8.268754 \text{ kN}$$

# POWERING OF FISHING VESSEL FOR PACITAN

$$\begin{aligned} V_d &= 8 \text{ knot} = 4.1152 \text{ m/s} \\ C_b &= 0.5676 \\ 1 \text{ hp} &= 0.7457 \text{ kW} \\ R_T &= 8.2688 \text{ kN} \end{aligned}$$

Perhitungan Trust deduction ( T ), besarnya trust yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal dengan tahanan sebesar  $R_T$

$$R_T = (1 - t) T$$

$$T = R_T / (1 - t)$$

t = trust deduction fraction

$$t = k w$$

dimana : k = 0.50 to 0.70 for vessels equipped with streamlined or contrarudders

k = 0.70 to 0.90 for vessels equipped with double-plate rudders attached to square rudders posts

k = 0.90 to 1.05 for vessels equipped with old stile single-plate rudders

w = wake fraction yang harganya diambil dari Table 4, PNA Vol II Pg. 158, dengan melakukan interpolasi terhadap harga  $C_b$

Values of Wake Fraction from Taylor

Cb	Wake Fraction ( Taylor )	
	Twin Screw Ship	Single Screw Ship
0.50	-0.038	0.230
0.55	-0.021	0.234
0.60	0.007	0.243
0.65	0.045	0.260
0.70	0.091	0.283
0.75	0.153	0.314
0.80	-	0.354
0.85	-	0.400
0.90	-	0.477

Rumus Interpolasi(Find Y) :  $(X - x_1) / (x_2 - x_1) = (Y - y_1) / (y_2 - y_1)$

$$\begin{aligned} -w(C_b = 0.50 \sim 0.55) &= 0.2354 \\ -w(C_b = 0.55 \sim 0.60) &= 0.2372 \\ -w(C_b = 0.60 \sim 0.65) &= 0.2320 \\ -w(C_b = 0.65 \sim 0.70) &= 0.2221 \\ -w(C_b = 0.70 \sim 0.75) &= 0.2009 \\ -w(C_b = 0.75 \sim 0.80) &= 0.1681 \\ -w(C_b = 0.80 \sim 0.85) &= 0.1402 \\ -w(C_b = 0.85 \sim 0.90) &= -0.0349 \end{aligned}$$

Maka, harga w = 0.2372

$$t = 0.1897$$

Sehingga, harga T dapat ditentukan.

$$T = R_T / (1 - t)$$

$$= 10.2050 \text{ kN}$$

$$V_A = 3.1392 \text{ m/s}$$

## EFFECTIVE POWER CALCULATION

$$\begin{aligned} P_E &= R_T \times V \\ &= 34.02758 \text{ hp} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_T &= T \times V_A \\ &= 32.03561 \text{ hp} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_D &= P_E / \eta_p \quad \text{hp ( untuk kondisi awal diambil effeciency 0.5 )} \\ &= 56.71263 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BHP} &= P_D / \eta_s \quad \text{( untuk kamar mesin dibelakang, diambil } \eta_s = 0.98 \text{ )} \\ &= 57.87003 \text{ hP} \quad 58 \\ &= 43 \text{ kW} \end{aligned}$$



Rekapitulasi Perhitungan Berat Konstruksi

1	Berat Lambung	4110.7877	
2	Berat Gading	1266.1037	
3	Berat Sekat-sekat	2843.5815	
4	Berat Geladak	2979.1486	
5	Berat Bangunan Atas	24.6666	
6	Berat Balok Geladak	651.3505	
7	Berat Galar Balok + Kim	374.5147	
8	Berat Pondasi Mesin	120.0500	
9	Berat Pagar	468.3647	
10	Berat Lunas + Linggi	1347.7915	
11	Berat Penegar Sekat	668.1456	
12	Berat Wrang	1.0428	
13	Berat Tambahan	297.1110	
TOTAL =		14855.5479	kg
		14.8555	ton

Berat LWT yang lain ( Design of Small Fishing Vessel, by Jhon Fyson )

1. Berat Outfit dan Equipment

Berat Outfit	=	50 kg/m <sup>3</sup> x CUNO
	=	9374.11469 kg
	=	9.37411469 ton

Berat Equipment	=	8 kg/m <sup>3</sup> x CUNO
	=	1499.85835 kg
	=	1.49985835 ton

Berat Alat Tangkap ( kapal mempunyai 2 alat tangkap )

1 Longine  
Untuk kapal 35 GT, jumlah mata kail adalah 1200, dan panjang 650 m  
Harga umpan untuk longline adalah Rp. 85000/umpan, dan untuk harga senar adalah Rp 4500/meter.  
Berat longline adalah = 8 kg/m<sup>3</sup> x CUNO  
= 1544.8541 kg

2 Gillnet  
Berat gillnet adalah = 1544.8541 kg      Total = 3.089708 ton

Total berat Outfit dan Alat tangkap adalah :	=	10873.97304 kg
	=	10.87397304 ton

2. Berat Machinery

Berat permesinan	=	15 kg/m <sup>3</sup> x CUNO
	=	2812.23441 kg
	=	2.81223441 ton

3. Berat Cadangan

Berat Cadangan diambil ( 7- 10 %) dari berat LWT ( Jhon Fyson )  
 $W_{res} = 2.8541755 \text{ ton}$

$W_{HULL} + W_{ME} + M_O = 28.5418 \text{ ton}$

**TOTAL LWT = 34.4856 ton**



# PERHITUNGAN INTACT STABILITY MANNING 1956

1 feet = 0.3048 m  
 L = length of waterline  
   = 17.50928 m = 57.44513 feet  
 B = maximum breadth  
   = 4.997377 m = 16.3956 feet  
 B<sub>w</sub> = maximum waterline breadth  
   = 16.3956 feet  
 H = mean draft at designed waterline  
   = 1.58 m = 5.1846 feet  
 D<sub>M</sub> = minimum depth  
   = 2.21 m = 7.24056 feet  
 S<sub>F</sub> = sheer forward  
   = 0.78 m = 2.558054 feet  
 S<sub>A</sub> = sheer after  
   = 0.38 m = 1.236468 feet  
 Δ<sub>0</sub> = displacement at designed waterline  
   = 76.32 long ton   77.544 metric ton  
 L<sub>d</sub> = length of superstructure which extend to sides of ship  
   = 4.86 m = 15.93485 feet  
 d = height of superstructure which extend to sides of ship  
   = 2.10 m = 6.889764 feet  
 C<sub>B</sub> = block coefficient  
   = 0.5676  
 C<sub>w</sub> = waterline coefficient at draft H  
   = 0.8394  
 C<sub>x</sub> = midship section coefficient at draft H  
   = 0.8728  
 C<sub>PV</sub> = vertical prismatic coefficient at draft H  
   = 0.676168  
 A<sub>0</sub> = area of waterline plane at designed draft  
   = 790.5925 ft<sup>2</sup>  
 A<sub>M</sub> = area of immersed midship section  
   = 74.19073 ft<sup>2</sup>  
 A<sub>2</sub> = area of vertical centerline plane to depth D  
   = 553.7331 ft<sup>2</sup>  
 S = mean sheer  
   = area of centerline plane above minimum depth divided by length  
   = 146.1168 ft  
 D = mean depth  
   = 9.784149 ft  
 F = mean freeboard  
   = 4.599549 ft

$A_1$  = area of waterline plane at depth D maybe estimate from  
 $A_0$  and nature of stations above waterline  
 = 798.4985 ft<sup>2</sup>

$$\begin{aligned}
 \Delta_T &= \Delta_0 + (((A_0 + A_1)/2) F/35) \\
 &= 133.8055 \text{ ton} \\
 \delta &= \frac{\Delta_T}{2} - \Delta_0 \\
 &= -9.420109 \text{ ton} \\
 C_W' &= \frac{A_2}{L D} \\
 &= 0.985199 \\
 C_W'' &= C_W' - \frac{140\delta}{BDL} (1 - CPV'') \\
 &= 0.915909 \\
 C_X' &= \frac{A_M + BF}{BD} \\
 &= 0.932589 \\
 C_{PV}' &= \frac{35 \Delta_T}{A_1 D} \\
 &= 0.599439 \\
 C_{PV}'' &= \frac{35 \Delta_T}{A_2 B} \\
 &= 0.515839 \\
 GG' &= KG' - KG \\
 &= -1.666209 \text{ ft} \\
 KG &= C_{KG} D_M \\
 &= 5.951382 \text{ ft} \quad 1.817029 \text{ m} \\
 &\quad 1.82 \text{ m} \\
 KG' &= \frac{D(1 - h_1)\Delta_T - \delta}{2 \Delta_0} \\
 &= 4.295173 \text{ ft} \\
 h_1 &= 0.492 \\
 f_1 &= \frac{D(1 - (A_0/A_1))}{2F(1 - C_{PV})} \\
 &= 0.032519 \\
 G'B_0 &= KG' - KB_0 \\
 &= 1.547335 \text{ ft} \\
 KG' &= 4.295173 \text{ ft} \\
 KB_0 &= (1 - h_0)H \\
 &= 2.747838 \text{ ft} \\
 h_0 &= 0.47 \\
 f_0 &= \frac{H((A_1/A_0) - 1)}{2F(1 - C_{PV})} \\
 &= 0.017404
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 G'B_{90} &= \frac{\Delta_T h_2 B}{4 \Delta_0} - \\
 &= 3.373737986 \text{ ft} \\
 h_2 &= 0.47 \\
 f_2 &= 9.1(C_X' - 0.89) \\
 &= 0.387559072 \\
 G'M_0 &= KB_0 + BM_0 - KG' \\
 &= 4.13940734 \\
 B_0 M_0 &= \frac{C_1 L B_W^3}{35 \Delta_0} \\
 &= 5.686741925 \text{ ft} \\
 C_1 &= 0.06 \\
 G'M_{90} &= BM_{90} - G'B_{90} \\
 &= -1.337110582 \text{ ft} \\
 BM_{90} &= \frac{C_1' L D^3}{35 \Delta_0} + \\
 &= 2.036627404 \text{ ft} \\
 C_1' &= 0.08 \\
 GM_0 &= KB_0 + B_0 M_0 - KG \\
 &= 2.473198203 \text{ ft} \\
 GZ &= G'Z' + GG' \sin \phi \\
 &= 1.146559158 \text{ ft} \\
 \phi &= 30 \\
 G'Z' &= b_1 \sin 2\phi + b_2 \sin 4\phi + \\
 &= 1.979663727 \text{ ft} \\
 b_1 &= \frac{9(G'B_{90} - G'B_0)}{8} - \\
 &= 1.935631676 \\
 b_2 &= \frac{G'M_0 + G'M_{90}}{8} \\
 &= 0.350287095 \\
 b_3 &= \frac{3(G'M_0 - G'M_{90})}{32} - \\
 &= -0.17147772
 \end{aligned}$$



$\phi$		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
sin	1 $\phi$	0.000	0.087	0.174	0.259	0.342	0.423	0.500	0.574	0.643	0.707	0.766	0.819	0.866	0.906	0.940	0.966	0.985	0.996	1.000
sin	2 $\phi$	0.000	0.174	0.342	0.500	0.643	0.766	0.866	0.940	0.985	1.000	0.985	0.940	0.866	0.766	0.643	0.500	0.342	0.174	0.000
sin	4 $\phi$	0.000	0.342	0.643	0.866	0.985	0.985	0.866	0.643	0.342	0.000	-0.342	-0.643	-0.866	-0.985	-0.985	-0.866	-0.643	-0.342	0.000
sin	6 $\phi$	0.000	0.500	0.866	1.000	0.866	0.500	0.000	-0.500	-0.866	-1.000	-0.866	-0.500	0.000	0.500	0.866	1.000	0.866	0.500	0.000
GG' sin	1 $\phi$	0.000	-0.145	-0.289	-0.431	-0.570	-0.704	-0.833	-0.956	-1.071	-1.178	0.766	0.819	0.866	0.906	0.940	0.966	0.985	0.996	1.000
b1 sin	2 $\phi$	0.000	0.336	0.662	0.968	1.244	1.483	1.678	1.819	1.906	1.936	0.985	0.940	0.866	0.766	0.643	0.500	0.342	0.174	0.000
b2 sin	4 $\phi$	0.000	0.120	0.225	0.303	0.345	0.345	0.303	0.225	0.120	0.000	-0.342	-0.643	-0.866	-0.985	-0.985	-0.866	-0.643	-0.342	0.000
b3 sin	6 $\phi$	0.000	-0.086	-0.149	-0.171	-0.149	-0.086	0.000	0.086	0.149	0.171	-0.866	-0.500	0.000	0.500	0.866	1.000	0.866	0.500	0.000
3Z ( ft )		0.000	0.225	0.449	0.668	0.871	1.038	1.147	1.174	1.104	0.929	0.543	0.616	0.866	1.188	1.464	1.600	1.550	1.328	1.000
heel angle		0.000	5.000	10.000	15.000	20.000	25.000	30.000	35.000	40.000	45.000	m								
Lstatis[m]		0.000	0.069	0.137	0.204	0.265	0.316	0.349	0.358	0.336	0.283									
Lstatis tot		-0.387	-0.319	-0.250	-0.183	-0.122	-0.071	-0.038	-0.029	-0.051	-0.104									
		0.000	0.274278	0.137	0.814973	0.265	1.26533	0.349	1.431462	0.336	1.132541									
L <sub>dimensi</sub>			0.011962			0.035411			0.054693			0.061589								
Luas pd 30o	=	0.102067	Syarat IMO pada 30o >0.055 m rad, jadi memenuhi kriteria																	
Luas pd 40o	=	0.151694	Syarat IMO pada 40o >0.090 m rad, jadi memenuhi kriteria																	
												max		0.358						
												match		8						
												index		35						
												lmax		35						

## Cash Flow

Jumlah Muatan Total yang dapat diangkut sekali trip =

17 ton

## 1 Gillnetter

	Harga/kg		
- Kakap Merah	Rp 6,000.00		
- Tongkol	Rp 3,500.00		
- Layang	Rp 3,500.00		
- Manyung	Rp 2,000.00		
- Cucut	Rp 4,000.00		
- Tembang	Rp 1,500.00		
- Kembung	Rp 4,000.00		
- Layang	Rp 3,500.00		
- Rajungan	Rp 500.00		
- Bawal Hitam	Rp 5,000.00		
<b>Rata-rata harga ikan (gillnet)</b>	<b>Rp</b>	<b>3,350.00</b>	

## 2 Longline

	Harga/kg		
- Cakalang (skip jack tuna)	Rp 10,000.00		
- Tengggiri	Rp 11,000.00		
- Cucut	Rp 4,000.00		
- Yellowfin Tuna	Rp 10,000.00		
- Kakap Merah	Rp 6,000.00		
- Kerapu karang	Rp 11,500.00		
- Tongkol	Rp 3,500.00		
- Kakap putih	Rp 6,000.00		
<b>Rata-rata harga ikan (long line )</b>	<b>Rp</b>	<b>7,750.00</b>	

Jumlah Muatan Total Yang Dapat Diangkut Oleh Kapal =

17 ton

1 Dengan menggunakan alat tangkap *Gillnetter*

		Muatan	Nilai Pertrip	Nilai Pertahun
- Jumlah Muatan 10% dari muatan total	=	1700	Rp 5,695,000.00	Rp 125,290,000.00
- Jumlah Muatan 20% dari muatan total	=	3400	Rp 11,390,000.00	Rp 250,580,000.00
- Jumlah Muatan 30% dari muatan total	=	5100	Rp 17,085,000.00	Rp 375,870,000.00
- Jumlah muatan 40% dari muatan total	=	6800	Rp 22,780,000.00	Rp 501,160,000.00
- Jumlah muatan 50% dari muatan total	=	8500	Rp 28,475,000.00	Rp 626,450,000.00
- Jumlah muatan 60% dari muatan total	=	10200	Rp 34,170,000.00	Rp 751,740,000.00
- Jumlah muatan 70% dari muatan total	=	11900	Rp 39,865,000.00	Rp 877,030,000.00
- Jumlah muatan 80% dari muatan total	=	13600	Rp 45,560,000.00	Rp 1,002,320,000.00
- Jumlah muatan 90% dari muatan total	=	15300	Rp 51,255,000.00	Rp 1,127,610,000.00
- Jumlah muatan 100% dari muatan total	=	17000	Rp 56,950,000.00	Rp 1,252,900,000.00

2 Dengan menggunakan alat tangkap *Longline*

		Muatan	Nilai Pertrip	Nilai Pertahun
- Jumlah muatan 10% dari muatan total	=	1700	Rp 13,175,000.00	Rp 289,850,000.00
- Jumlah muatan 20% dari muatan total	=	3400	Rp 26,350,000.00	Rp 579,700,000.00
- Jumlah muatan 30% dari muatan total	=	5100	Rp 39,525,000.00	Rp 869,550,000.00
- Jumlah muatan 40% dari muatan total	=	6800	Rp 52,700,000.00	Rp 1,159,400,000.00
- Jumlah muatan 50% dari muatan total	=	8500	Rp 65,875,000.00	Rp 1,449,250,000.00
- Jumlah muatan 60% dari muatan total	=	10200	Rp 79,050,000.00	Rp 1,739,100,000.00
- Jumlah muatan 70% dari muatan total	=	11900	Rp 92,225,000.00	Rp 2,028,950,000.00
- Jumlah muatan 80% dari muatan total	=	13600	Rp 105,400,000.00	Rp 2,318,800,000.00
- Jumlah muatan 90% dari muatan total	=	15300	Rp 118,575,000.00	Rp 2,608,650,000.00
- Jumlah muatan 100% dari muatan total	=	17000	Rp 131,750,000.00	Rp 2,898,500,000.00

## Arus Kas ( Cash flow )

1 Asumsi pendapatan dengan kombinasi penggunaan kedua alat tangkap 11 kali *gillnetter* dan 11 kali *longline*

		Nilai Pertahun
- Jumlah muatan 10% dari muatan total	=	Rp 207,570,000.00
- Jumlah muatan 20% dari muatan total	=	Rp 415,140,000.00
- Jumlah muatan 30% dari muatan total	=	Rp 622,710,000.00
- Jumlah muatan 40% dari muatan total	=	Rp 830,280,000.00



- Jumlah muatan 50% dari muatan total	=	Rp 1,037,850,000.00
- Jumlah muatan 60% dari muatan total	=	Rp 1,245,420,000.00
- Jumlah muatan 70% dari muatan total	=	Rp 1,452,990,000.00
- Jumlah muatan 80% dari muatan total	=	Rp 1,660,560,000.00
- Jumlah muatan 90% dari muatan total	=	Rp 1,868,130,000.00
- Jumlah muatan 100% dari muatan total	=	Rp 2,075,700,000.00

2 Asumsi pendapatan dengan kombinasi penggunaan kedua alat tangkap 6 kali *gillnetter* dan 16 kali *longline*  
 Nilai Pertahun

- Jumlah muatan 10% dari muatan total	=	Rp 244,970,000.00
- Jumlah muatan 20% dari muatan total	=	Rp 489,940,000.00
- Jumlah muatan 30% dari muatan total	=	Rp 734,910,000.00
- Jumlah muatan 40% dari muatan total	=	Rp 979,880,000.00
- Jumlah muatan 50% dari muatan total	=	Rp 1,224,850,000.00
- Jumlah muatan 60% dari muatan total	=	Rp 1,469,820,000.00
- Jumlah muatan 70% dari muatan total	=	Rp 1,714,790,000.00
- Jumlah muatan 80% dari muatan total	=	Rp 1,959,760,000.00
- Jumlah muatan 90% dari muatan total	=	Rp 2,204,730,000.00
- Jumlah muatan 100% dari muatan total	=	Rp 2,449,700,000.00

2 Asumsi pendapatan dengan kombinasi penggunaan kedua alat tangkap 6 kali *gillnetter* dan 16 kali *longline*  
 Nilai Pertahun

- Jumlah muatan 10% dari muatan total	=	Rp 170,170,000.00
- Jumlah muatan 20% dari muatan total	=	Rp 340,340,000.00
- Jumlah muatan 30% dari muatan total	=	Rp 510,510,000.00
- Jumlah muatan 40% dari muatan total	=	Rp 680,680,000.00
- Jumlah muatan 50% dari muatan total	=	Rp 850,850,000.00
- Jumlah muatan 60% dari muatan total	=	Rp 1,021,020,000.00
- Jumlah muatan 70% dari muatan total	=	Rp 1,191,190,000.00
- Jumlah muatan 80% dari muatan total	=	Rp 1,361,360,000.00
- Jumlah muatan 90% dari muatan total	=	Rp 1,531,530,000.00
- Jumlah muatan 100% dari muatan total	=	Rp 1,701,700,000.00

- Biaya operasional pertahun tanpa umpan
- biaya untuk umpan ( harga umpan Rp 15000 )

=	668,563,402.27
=	255,585,000.00
TOTAL =	<u>924,148,402.27</u>

Analisa NPV untuk masing-masing kombinasi penggunaan alat tangkap di setiap trip dalam satu tahun

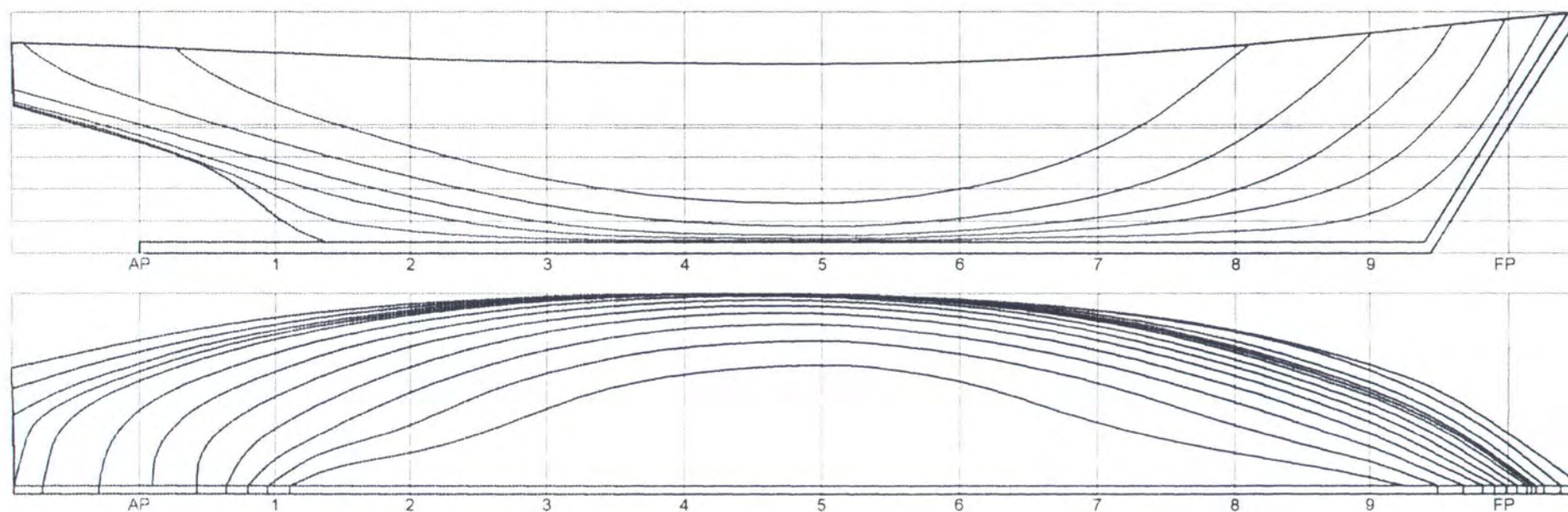
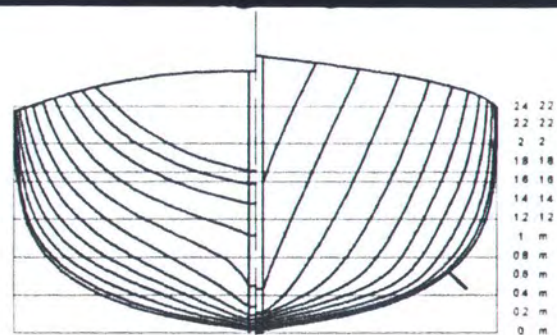
[illegible]

$PI = -6.99$

IRR = #DIV/0!

BEP = RUGI



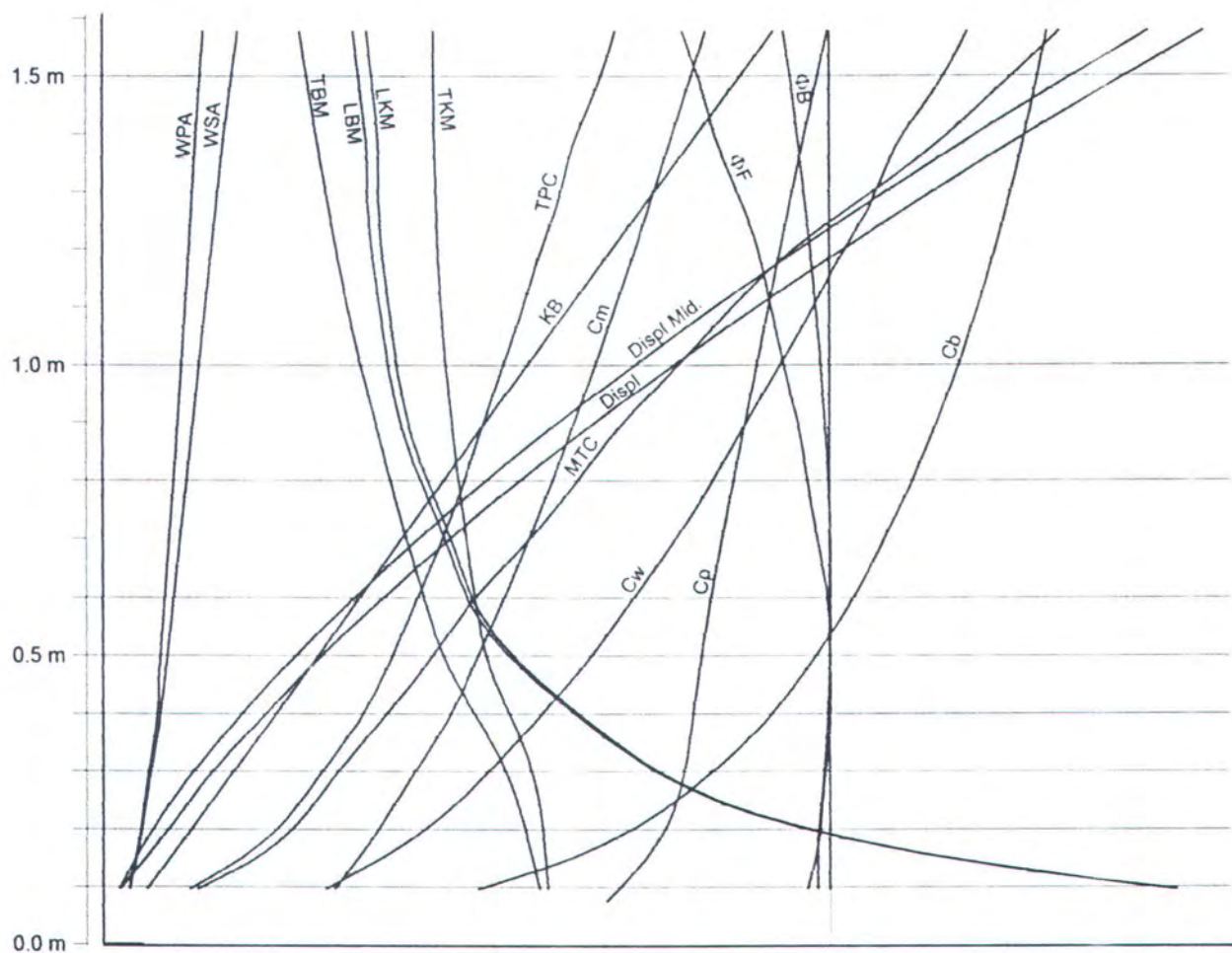


PRINCIPAL DIMENSIONS	
Loa	19.18 m
Lpp	16.99 m
Beam	4.99 m
Draft	1.58 m
Depth	2.2 m
Speed	8 knot

## KAPAL IKAN PACITAN

### LINES PLAN

SKALA	TANGGAL
DIGAMBAR ONESIMUS TANDEK S	
DIPERIKSA Ir I G M SANTOSA	
TUGAS AKHIR	

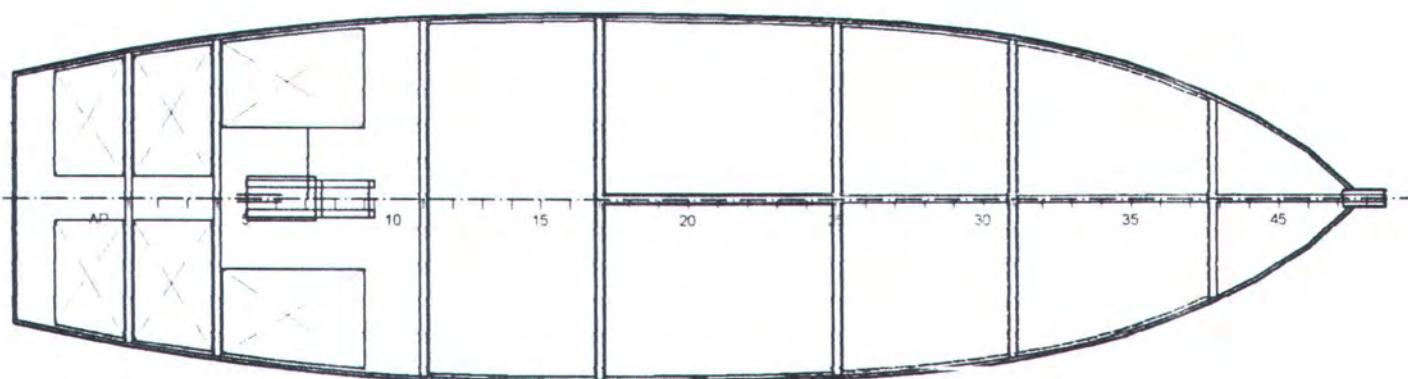
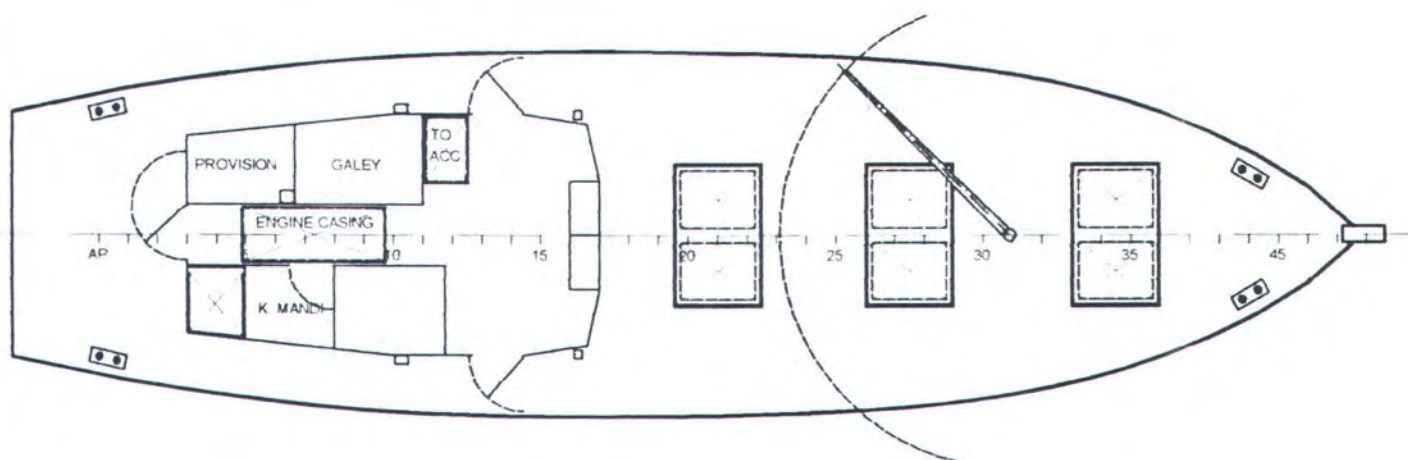
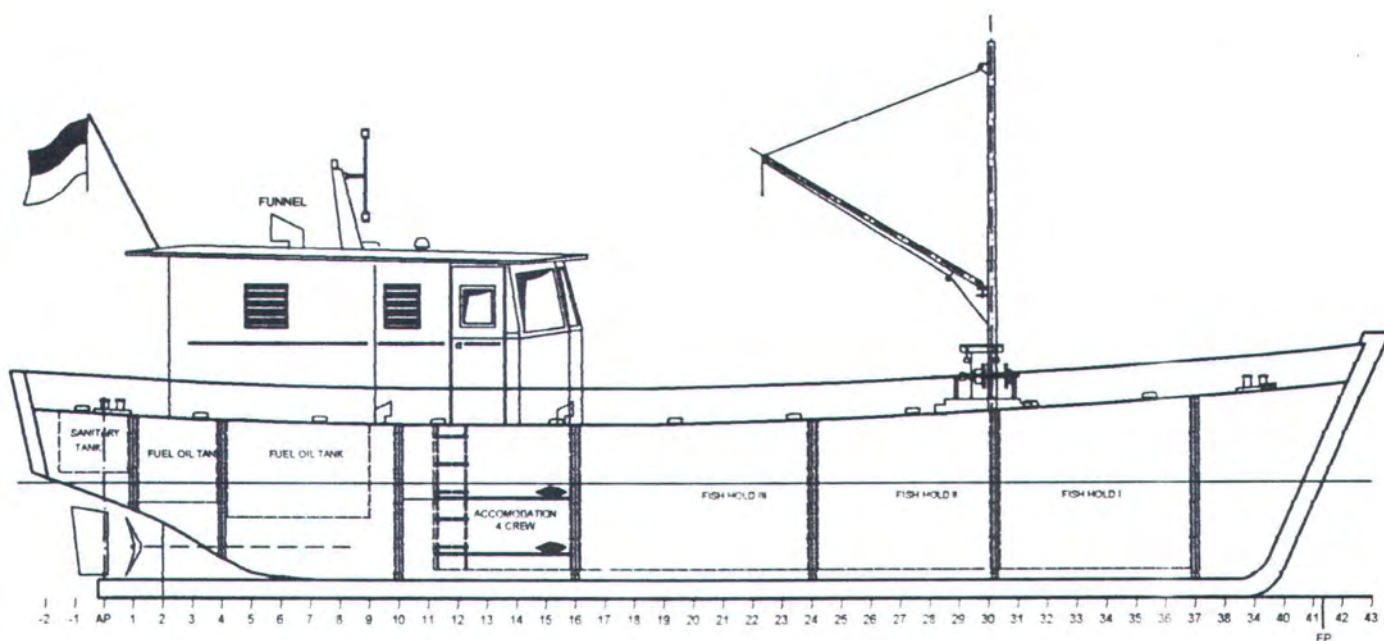


				-3	-2	-1	1		
Displ/Displ Mid.	10	20	30	40	50	60	70		
KB	0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.2	1.4		
TKM/TBM	1	2	3	4	5	6	7		
LKM/LBM	10	20	30	40	50	60	70		
TPC	0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.2	1.4		
Cm/Cw/Cp/Cb	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
WSA / WPA	100	200							
MTC	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9

PRINCIPAL DIMENSIONS	
Loa	18.18 m
Lpp	16.90 m
Beam	4.90 m
Draft	1.58 m
Depth	2.2 m
Vdras	8 knot

KAPAL IKAN PACITAN	
HYDROSTATIC CURVES	
SKALA	TANGGAL
DIGAMBAR	ONE SIMUS TANDEK S
DIPERIKSA	P. I. G. M. SANTOSA
TUGAS AKHIR	





PRINCIPAL DIMENSIONS	
Loa	19.18 m
Lpp	15.99 m
Beam	4.90 m
Drafl	1.58 m
Depth	2.2 m
Vdras	8 knot

# KAPAL IKAN PACITAN GENERAL ARRANGEMENTS

SKALA	TANGGAL
DIGAMBAR	ONE SIMULS TANDEK S
DIPERIKSA	P. T. G. W. SANTOSA
TUGAS AKHIR	

KONDISI 3 : KAPAL BEROPERASI (MUATAN 40%, BAHAN BAKAR 50%,AIR TAWAR 50%)

Bagian Kapal	Berat (ton)	$\Phi G$ (m)	Momen (ton.m)	KG (m)	Momen (ton.m)	I (m <sup>4</sup> )	$\gamma$ (ton/m <sup>3</sup> )	$I_y$ (ton.m)
Kapal Kosong	34.49	-1.42	-49.00	1.82	62.67	0.00	0.00	0.00
Ruang Muat I	5.58	5.51	30.73	1.30	7.27	0.00	0.50	0.00
Ruang Muat II	6.54	2.79	18.22	1.04	6.83	0.00	0.50	0.00
Ruang Muat III	8.55	-0.30	-2.59	1.04	8.87	0.00	0.50	0.00
T. Fuel Oil	2.31	-5.71	-13.19	1.46	3.38	0.98	0.85	0.83
T. Air Tawar	1.89	-7.42	-14.01	1.62	3.07	1.26	1.00	1.26
T. Sanitasi & Batil	1.04	-8.57	-8.94	1.93	2.01	0.75	1.00	0.75
$\Sigma_1 =$	60.39	$\Sigma_2 =$	-38.79	$\Sigma_3 =$	94.09	$\Sigma_4 =$		2.84

Lpp = 16.99 m.

$\Delta = 60.39323 \text{ ton.}$

$\Phi G = -0.642 \text{ m.}$

Tr = -0.195 m.

$\Phi F = -0.891 \text{ m.}$

$\Phi B = -0.447 \text{ m.}$

MTC = 0.973 ton.m.

B = 4.99 m.

$\Delta T = -0.121 \text{ m.}$

$\Delta Ta = 0.067 \text{ m.}$

Ta = -0.128 m.

$\Delta Tf = 0.054 \text{ m.}$

Tf = -0.249 m.

T = -0.189 m.

$\Phi G = \Sigma_2 / \Sigma_1$

Ta = Tr +  $\Delta Ta$

Tf = Tr -  $\Delta Tf$

$\Delta Ta = (Lpp/2 - \Phi F)(\Delta T/Lpp)$

$\Delta Tf = (Lpp/2 + \Phi F)(\Delta T/Lpp)$

$\Delta T = ((\Phi G - \Phi B) \Delta I) / (MTC \times 100)$

T = (Ta + Tf) / 2

$\Delta = 60.39323 \text{ ton.}$

Momen = 94.091 ton.m.

Ta = -0.128 m.

Tf = -0.249 m.

Tr = -0.19521 m.

KM = 2.417 m.

KB = 0.814 m.

KG =  $\Sigma_3 / \Delta$

a = KG - KB

$GG' = \Sigma I_y / V = \Sigma_4 / \Delta$

a' = a + GG'

MG = KM - KG

MG' = MG - GG'

= 1.558 m

= 0.744 m

= 0.047 m

= 0.791 m

= 0.859 m

= 0.812 m

I	$\phi$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
II	$\sin \phi$	0	0.174	0.342	0.500	0.643	0.766	0.866	0.940	0.985	1.000
III	Lc	0	0.276	0.547	0.764	0.888	0.909	0.960	0.939	0.765	0.683
IV	a' sin $\phi$	0	0.137	0.271	0.395	0.508	0.606	0.685	0.743	0.779	0.791
V	h = III - IV	0	0.138	0.277	0.368	0.379	0.303	0.275	0.196	-0.014	-0.108
VI	Integral V	0	0.138	0.553	1.198	1.945	2.628	3.206	3.677	3.859	3.737
VII	d=(d $\phi$ /2)VI	0	0.012	0.048	0.105	0.170	0.229	0.280	0.321	0.337	0.326



KONDISI 4 : KAPAL TIBA (MUATAN 100%, BAHAN BAKAR 10%,AIR TAWAR 10%)

Bagian Kapal	Berat (ton)	$\Phi G$ (m)	Momen (ton m)	KG (m)	Momen (ton m)	$I$ (m <sup>4</sup> )	$\gamma$ (ton/m <sup>3</sup> )	$I_y$ (ton m)
Kapal Kosong	34.49	-1.42	-49.00	1.82	62.67	0.00	0.00	0.00
Ruang Muat I	7.51	7.26	54.53	1.54	11.54	0.00	0.00	0.00
Ruang Muat II	11.77	3.56	41.94	1.47	17.30	0.00	0.00	0.00
Ruang Muat III	15.03	-0.38	-5.75	1.45	21.84	0.00	0.00	0.00
T. Fuel Oil	0.46	-5.71	-2.64	1.15	0.53	0.17	0.85	0.14
T. Air Tawar	0.38	-7.42	-2.80	1.35	0.51	0.23	1.00	0.23
T. Sanitasi & Bait	1.04	-8.57	-8.94	1.93	2.01	0.14	1.00	0.14
$\Sigma_1 =$	70.68	$\Sigma_2 =$	27.34	$\Sigma_3 =$	116.40	$\Sigma_4 =$	0.52	

Lpp	=	16.99 m.	B	=	4.99 m	$\Phi G = \Sigma_2 / \Sigma_1$
$\Delta$	=	70.67905 ton.	$\Delta T$	=	0.839 m.	$Ta = Tr + \Delta Ta$
$\Phi G$	=	0.387 m.	$\Delta Ta$	=	-0.471 m	$Tf = Tr - \Delta Tf$
Tr	=	0.907 m.	Ta	=	0.436 m.	$\Delta Ta = (Lpp/2 - \Phi F)(\Delta T/Lpp)$
$\Phi F$	=	-1.041 m.	$\Delta Tf$	=	-0.368 m	$\Delta Tf = (Lpp/2 + \Phi F)(\Delta T/Lpp)$
$\Phi B$	=	-0.520 m.	Tf	=	1.275 m.	$\Delta T = ((\Phi G - \Phi B) \Delta) / (MTC \times 100)$
MTC	=	0.764 ton.m.	T	=	0.855 m	$T = (Ta + Tf) / 2$

$\Delta = 70.67905$  ton.  
Momen = 116.400 ton.m.

Ta	=	0.436 m.	KG	=	$\Sigma_3 / \Delta$	=	1.647 m.
Tf	=	1.275 m.	a	=	KG - KB	=	0.746 m
Tr	=	0.90677 m.	GG'	=	$\Sigma I_y h^2 V = \Sigma_4 / \Delta$	=	0.007 m.
KM	=	2.398 m.	a'	=	a + GG'	=	0.753 m
KB	=	0.901 m.	MG	=	KM - KG	=	0.751 m
			MG'	=	MG - GG'	=	0.744 m

I	$\Phi$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
II	$\sin \Phi$	0	0.174	0.342	0.500	0.643	0.766	0.866	0.940	0.985	1.000
III	Lc	0	0.257	0.503	0.692	0.799	0.782	0.632	0.441	0.202	0.588
IV	a' $\sin \Phi$	0	0.131	0.258	0.377	0.484	0.577	0.652	0.708	0.742	0.753
V	$h = III - IV$	0	0.127	0.245	0.315	0.315	0.205	0.179	0.134	-0.039	-0.165
VI	Integral V	0	0.127	0.499	1.059	1.689	2.209	2.593	2.906	3.000	2.796
VII	$d = (d_0/2) VI$	0	0.011	0.044	0.092	0.147	0.193	0.226	0.254	0.262	0.244



Perhitungan Stabilitas Akibat Pengaruh Angin  
 Perhitungan menggunakan buku "Code on Intact Stability for All Types of Ships" IMO 2002

Variabel - variabel dalam perhitungan akibat adanya angin adalah :

- $l_{w1}$  = *heeling lever* untuk angin yang biasa ( steady wind )
- $l_{w2}$  = *heeling lever* untuk angin yang kencang ( gust wind )
- $\theta_0$  = sudut oleng karena adanya *stedy wind*
- $\theta_1$  = sudut oleng ( rolling ) karena adanya gelombang
- $\theta_2$  = sudut dimana pada saat kapal mengalami kemiringan , air sudah mulai masuk ke ruangan ( angle of flooding )  
 = diambil angka  $50^\circ$  atau  $\theta_c$  ( yang paling kecil )
- $\theta_c$  = perpotongan antara kurva GZ dan  $l_{w2}$
- P = tekanan angin 504 Pa
- A = luas lateral bagian kapal yang berada di atas garis air
- Z = jarak vertikal dari titik berat A ke titik pusat bagian di bawah garis air atau ke 1/2 sarat
- g = percepatan gravitasi,  $9.81 \text{ m/s}^2$

#### KONDISI I

$$l_{w1} = PAZ / ( 1000 g \Delta )$$

$$\begin{aligned} P &= 504 \text{ Pa} \\ A &= 46.367 \text{ m}^2 \\ Z &= 2.34 \text{ m} \\ \Delta &= 34.485 \text{ ton} \\ t &= 0.934 \text{ m} \end{aligned}$$

$$l_{w1} = 0.161643$$

$$l_{w2} = 1.5 l_{w1}$$

$$l_{w2} = 0.242464$$

$$\theta_1 = 109 k x_1 x_2 (\text{sqrt})(rs)$$

$$\begin{aligned} k &= 0.7 \\ x_1 &= 0.868 \\ x_2 &= 0.863 \\ r &= 0.73 (+/-) 0.6 \text{ OG/d} \\ \text{OG} &= \text{jarak antara } \Phi G \text{ dan waterline} \\ &= 0.88329 \\ r &= 1.065427 \\ s &= 0.1 \end{aligned}$$

$$\theta_1 = 18.65593$$

$$0.186559$$

#### KONDISI II

$$l_{w1} = PAZ / ( 1000 g \Delta )$$

$$\begin{aligned} P &= 504 \text{ Pa} \\ A &= 39.2 \text{ m}^2 \\ Z &= 1.8656 \text{ m} \\ \Delta &= 50.93335 \text{ ton} \\ t &= 1.372 \text{ m} \end{aligned}$$

$$l_{w1} = 0.073767$$

$$l_{w2} = 1.5 l_{w1}$$

$$l_{w2} = 0.110651$$

$$\theta_1 = 109 k x_1 x_2 (\text{sqrt})(rs)$$

$$\begin{aligned} k &= 0.7 \\ x_1 &= 0.868 \\ x_2 &= 0.863 \\ r &= 0.73 (+/-) 0.6 \text{ OG/d} \\ \text{OG} &= \text{jarak antara } \Phi G \text{ dan waterline} \\ &= 0.272675 \\ r &= 0.833548 \\ s &= 0.1 \end{aligned}$$

$$\theta_1 = 16.50138$$

$$0.165014$$



### KONDISI III

$$l_{w1} = PAZ / (1000 g \Delta)$$

$$P = 504 \text{ Pa}$$

$$A = 37.8652 \text{ m}^2$$

$$Z = 1.8456 \text{ m}$$

$$\Delta = 60.39323 \text{ ton}$$

$$t = 1.434 \text{ m}$$

$$l_{w1} = 0.05945$$

$$l_{w2} = 1.5 l_{w1}$$

$$l_{w2} = 0.089175$$

$$\theta_1 = 109 k x_1 x_2 (\text{sqrt})(rs)$$

$$k = 0.7$$

$$x_1 = 0.868$$

$$x_2 = 0.863$$

$$r = 0.73 (+/-) 0.6 \text{ OG/d}$$

$$\text{OG} = \text{jarak antara } \Phi G \text{ dan waterline}$$

$$= 0.123964$$

$$r = 0.777075$$

$$s = 0.1$$

$$\theta_1 = 15.9326$$

$$0.159326$$

### KONDISI IV

$$l_{w1} = PAZ / (1000 g \Delta)$$

$$P = 504 \text{ Pa}$$

$$A = 36.507 \text{ m}^2$$

$$Z = 1.8478 \text{ m}$$

$$\Delta = 60.67905 \text{ ton}$$

$$t = 1.511 \text{ m}$$

$$l_{w1} = 0.049035$$

$$l_{w2} = 1.5 l_{w1}$$

$$l_{w2} = 0.073552$$

$$\theta_1 = 109 k x_1 x_2 (\text{sqrt})(rs)$$

$$k = 0.7$$

$$x_1 = 0.868$$

$$x_2 = 0.863$$

$$r = 0.73 (+/-) 0.6 \text{ OG/d}$$

$$\text{OG} = \text{jarak antara } \Phi G \text{ dan waterline}$$

$$= 0.135877$$

$$r = 0.781599$$

$$s = 0.1$$

$$\theta_1 = 15.97891$$

$$0.159789$$

## Perhitungan Stabilitas Akibat Alat Tangkap

Ketika kapal menarik jaring, kapal akan mengalami kemiringan akibat adanya beban yang berasal dari samping ( alat tangkap )

Perhitungan stabilitas akibat adanya alat tangkap dilakukan dengan menggunakan persamaan dari buku "*Design of Small Fishing Vessel, Jhon Fyson*"

Momen yang dihasilkan oleh *line hauler* ketika menarik alat tangkap adalah :

$$M_e = P \cdot \text{SQRT}(h^2 + a^2), \text{ dimana :}$$

P = beban yang diakibatkan oleh alat tangkap

$$= 1000 \text{ kg}$$

h = jarak dari sarat kapal pada *centre line* ke ujung *line hauler*

a = jarak *line hauler* ke *centre line* kapal

Untuk perhitungan ini dilakukan untuk kondisi III

$$\Delta = 60.39323 \text{ ton}$$

$$t = 1.448 \text{ m}$$

$$H = 3.2 \text{ m (tinggi line hauler dari dasar)}$$

$$P = 1 \text{ ton (asumsi)}$$

$$a = 2.4950 \text{ m}$$

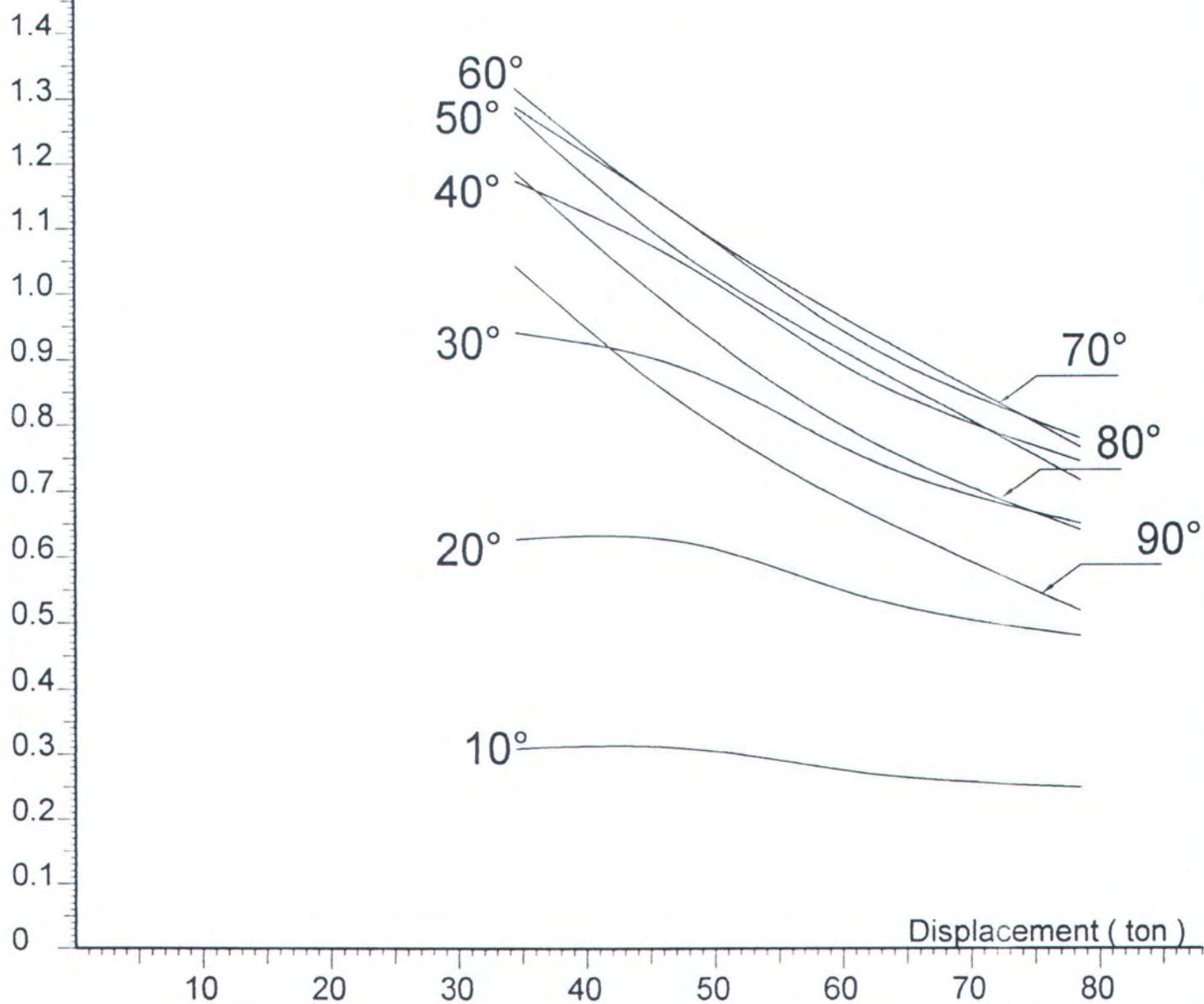
$\varphi$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
d ~ e	2.821	2.821	2.785	2.858	2.858	2.786	2.844	2.907	3.107	3.11
Me	2.821	2.821	2.785	2.858	2.858	2.786	2.844	2.907	3.107	3.110

I	$\varphi$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
II	$\sin \varphi$	0	0.1736	0.3420	0.5000	0.6428	0.7660	0.8660	0.9397	0.9848	1.0000
III	Lc	0	0.2755	0.5473	0.7636	0.8877	0.9091	0.9599	0.9390	0.7650	0.6832
IV	$a' \sin \varphi$	0	0.1373	0.2705	0.3955	0.5084	0.6059	0.6850	0.7432	0.7789	0.7909
V	$h = \text{III} - \text{IV}$	0	0.1382	0.2768	0.3681	0.3793	0.3032	0.2749	0.1958	-0.0139	-0.1077
VI	Integral V	0	0.1382	0.5531	1.1980	1.9455	2.6280	3.2062	3.6769	3.8588	3.7371
VII	$d = (d\varphi/2) \text{VI}$	0	0.0121	0.0483	0.1045	0.1698	0.2293	0.2798	0.3209	0.3367	0.3261

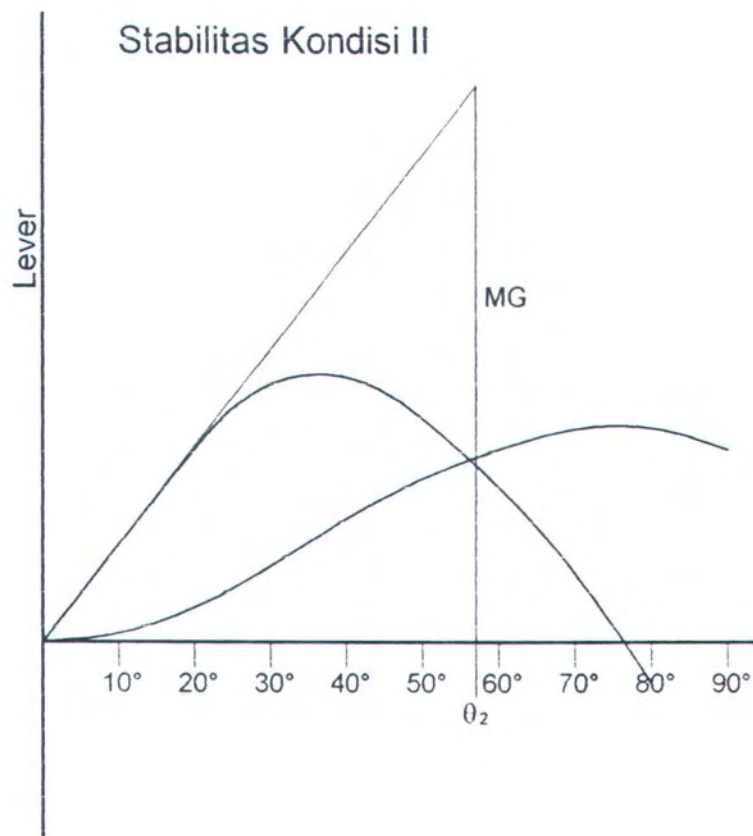
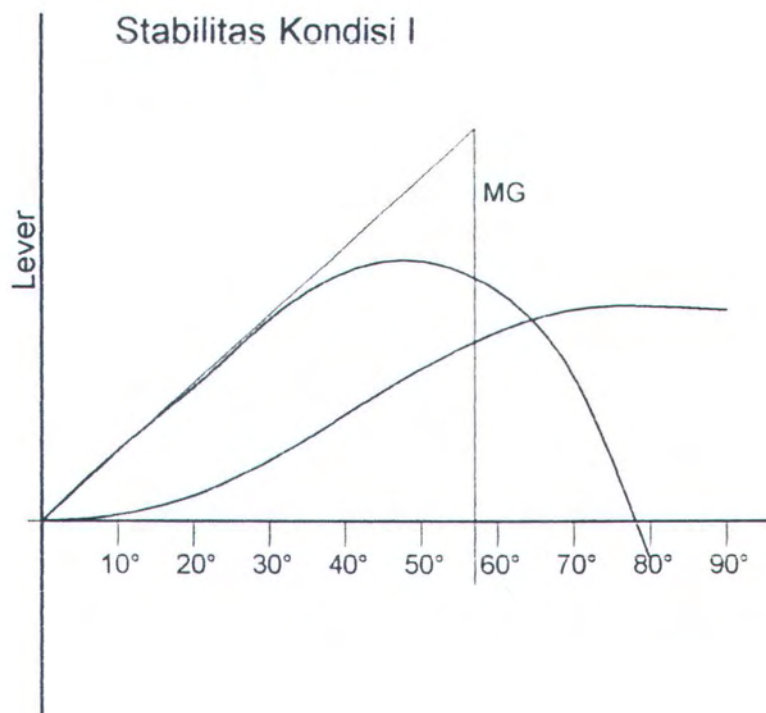


Lc ( m )

Lc Diagram / Panto Carene

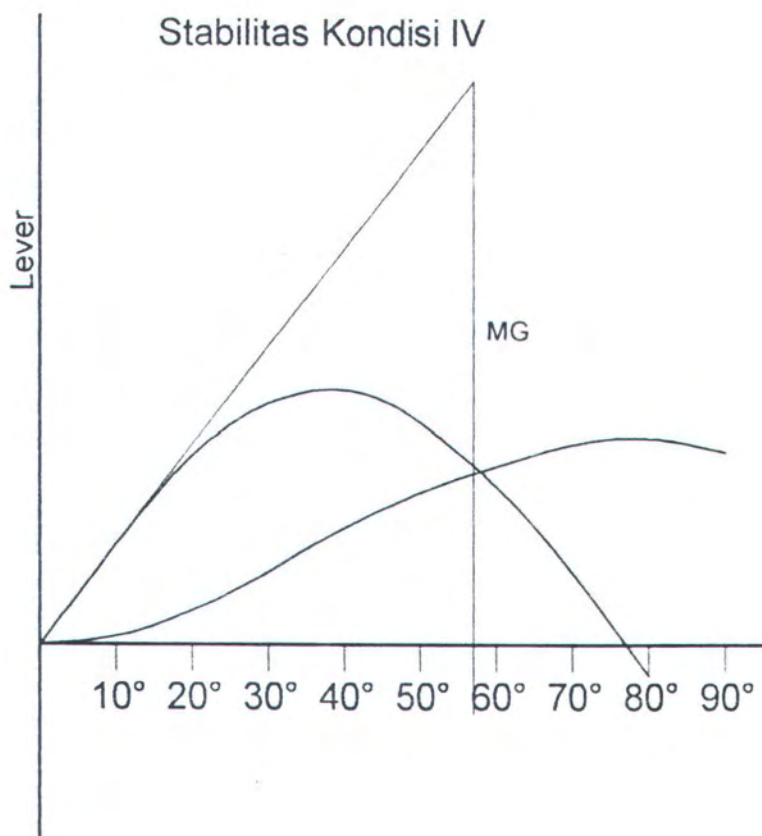
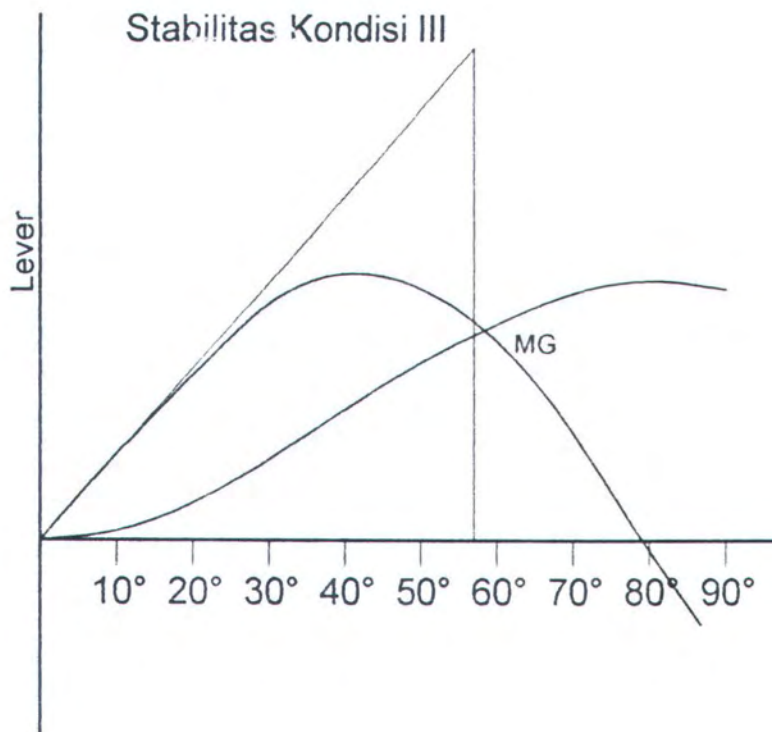


GRAFIK STABILITAS ALAT TANGKAP



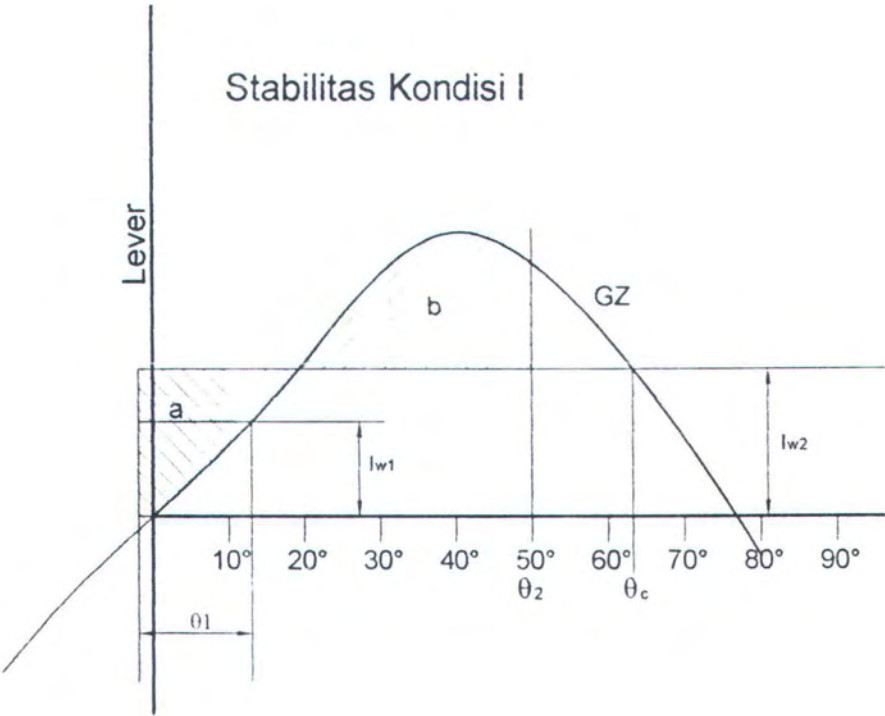
GRAFIK STABILITAS



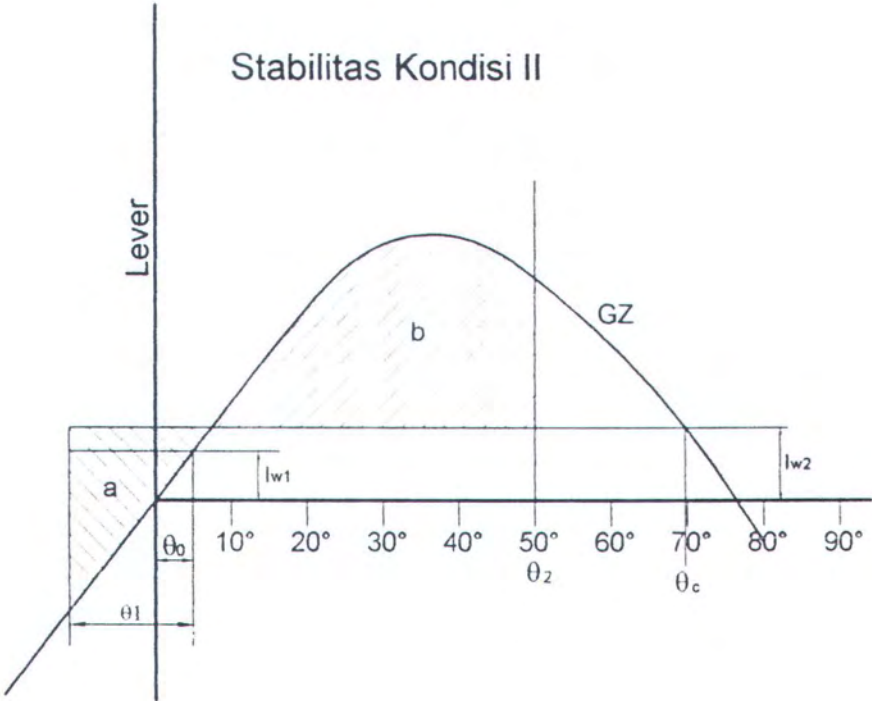


GRAFIK STABILITAS

Stabilitas Kondisi I



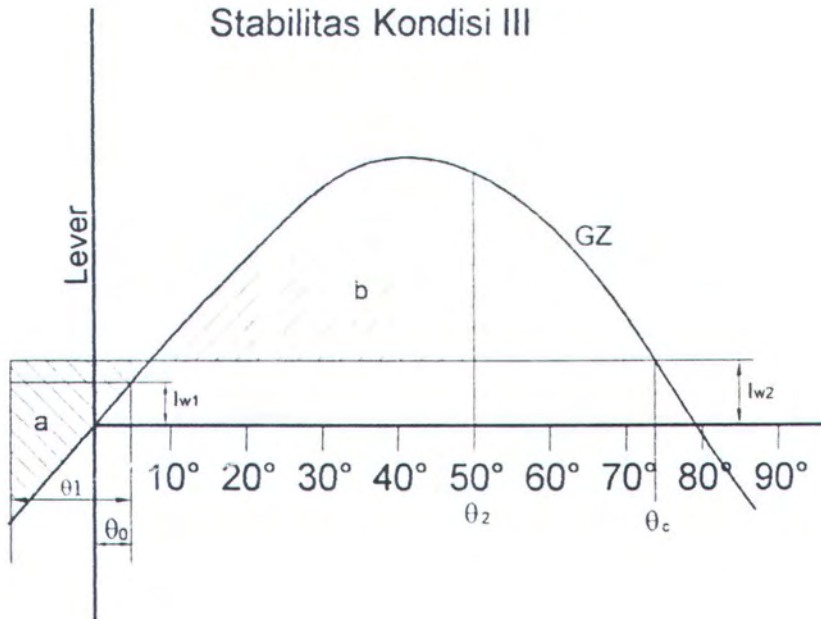
Stabilitas Kondisi II



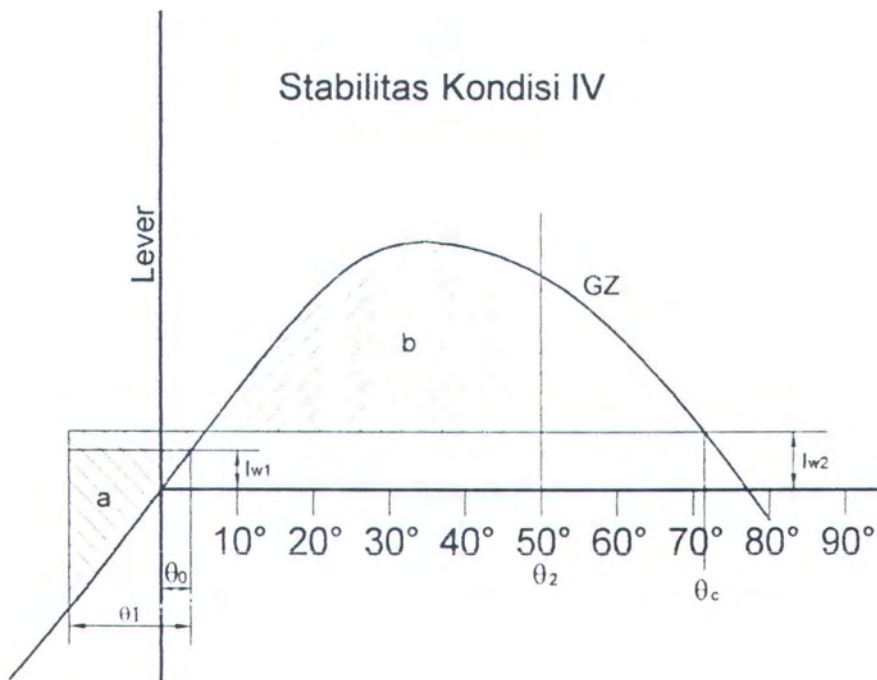
GRAFIK STABILITAS ANGIN



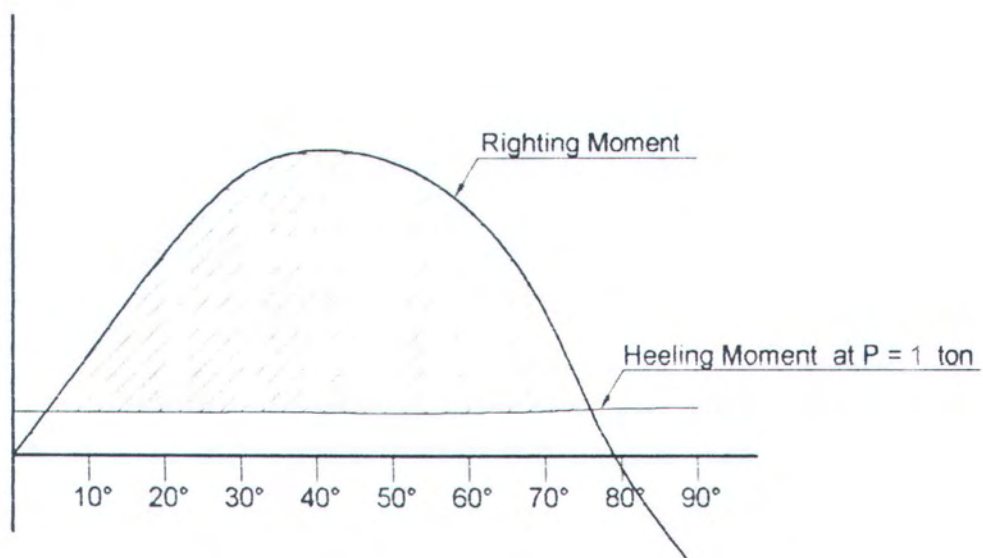
Stabilitas Kondisi III



Stabilitas Kondisi IV



GRAFIK STABILITAS ANGIN



GRAFIK STABILITAS ALAT TANGKAP